élément 01

LE MAGAZINE DE L'UNIVERSITÉ DE MONS-HAINAUT MAI 08

Dossier

« LES SURFACES DU FUTUR »

Un gène toxique trouvé dans les poubelles

CARRÉ DES SCIENCES

Ces pierres tombées du ciel… dans la piscine !

© Dreamstime

SOMMAIRE

EDITORIAL 3

RECHERCHE

Dossier « Les surfaces du Futur » 4

- Nouvelles surfaces adhésives : Quand l'homme s'inspire de la Nature 6
- Les fenêtres de demain… entre transparence et défis énergétiques 8
- Peintures antisalissures marines : De Mons à Singapour 10
- Surfaces plastiques berceaux de lumière, surfaces plastiques moissonneuses de lumière 11
- Origami et surfaces superhydrophobes 13
- Le futur des Surfaces 16
- Les surfaces Intelligentes 17

Varia

- Itinéraire d'un pauvre chercheur 19
- Un gène toxique trouvé dans les poubelles 21

ENSEIGNEMENT

- Les Sciences à la sauce Bolognaise… 22
- L'encadrement des étudiants de première année à la Faculté des Sciences de l'UMH 23
- Une autre pédagogie avec Moodle 24

CARRE DES SCIENCES

- Ces pierres tombées du ciel … dans la piscine ! 24
- Quand les mathématiciens construisent des robots … 26

NEWS

News 28

Publications: Articles, Livres 29 - 30

Thèses de doctorat 31

Editeurs Responsables
Pr B. Lux
Pr C. Michaux
Pr R. Muller

Rédacteur en chef
P. Damman
pascal.damman@umh.ac.be
Tèl. 065 37 38 19

Comité de rédaction
T. Brihaye
Q.L. Vuong
F. Lo Bue
T. Mens
R. Snyders
P. Quinet
R. Wattiez

Maquette & Production
Ex Nihilo
www.exnihilo.be
Contact : Luc Vandensteene
T. : 065 62 25 58
M. : 0475 96 12 42

#1

EDITORIAL

L'Université est un facteur important de dynamisme pour le développement économique, culturel et social d'une région comme la Wallonie et elle l'est d'autant plus qu'elle brille par l'excellence de ses activités de recherche, d'enseignement et de services à la collectivité. L'Université de Mons-Hainaut peut s'enorgueillir de cette excellence dans les créneaux qu'elle a choisis. Le premier numéro du magazine **élément** donne un aperçu synthétique de ce qui est réalisé dans les services scientifiques et les laboratoires de la Faculté des Sciences et de la Faculté de Médecine et Pharmacie. Des numéros ultérieurs vous informeront sur les activités en sciences humaines.

Le dossier de ce premier numéro concerne les « sciences des surfaces » et il déborde de résultats originaux. La créativité des équipes de l'UMH permet ce foisonnement nourri par la liberté académique. Comme toutes les institutions universitaires, nous sommes soumis à des contraintes financières mais nous avons pu les intégrer sans compromettre les capacités de création originale. Nous nous écartons des modes et des slogans parce que ce qui nous motive, c'est de préserver la liberté de la recherche fondamentalement désintéressée.

Dans un rapport de 2006, l'assemblée parlementaire du Conseil de l'Europe mettait en garde contre le recul intellectuel et la stagnation économique et sociale qui résultent des violations de la liberté académique. L'indépendance des universités, moralement et intellectuellement vis-à-vis des forces politiques, religieuses et économiques, est donc un principe majeur de notre action. À l'évidence, cela nous réussit. Les quelques exemples contenus dans ce premier numéro du magazine **élément** sauront vous en convaincre.

Bernard LUX, Recteur

VOTRE AVIS NOUS INTÉRESSE !

À l'occasion de la sortie de ce premier numéro **du magazine élément,** faites nous part de vos commentaires ou suggestions,
par mail : pascal.damman@umh.ac.be
ou en ligne sur **www.umh.ac.be/element**

Les surfaces

» Rony Snyders, Pascal Damman

Fig. 1. Fleurs de Bardane séchées.

Le célèbre physicien Wolfgang Pauli (1900-1958) aurait dit : « *Si Dieu a créé l'homme, c'est le Diable qui a créé les surfaces* ». Ce trait d'humour cache une réalité extrêmement complexe. S'il est vrai que les matériaux traditionnels tels que l'acier, le béton, etc … assurent la stabilité mécanique des structures, ce sont les surfaces/interfaces qui se chargent de toutes les interactions entre le « dedans » et le « dehors » ! Prenons l'exemple d'une cellule, ses fonctions vitales sont réalisées par l'intermédiaire de la membrane cellulaire, mince couche d'un matériau ni fluide ni solide, véritable merveille du vivant. Cette membrane, dont les chercheurs commencent seulement à appréhender toute la complexité, gère les « entrées et sorties » nécessaires à la vie et permet à la cellule de mieux connaître son environnement chimique, mécanique, thermique,… A une tout autre échelle, la quasi totalité des besoins énergétiques de la planète repose sur la photosynthèse, conversion de l'énergie lumineuse en « combustible chimique » (sucres) que la biosphère pourra utiliser à sa guise. Cette opération, indispensable à la vie sur Terre, est réalisée à la surface des feuilles des végétaux.

Au cours des millions d'années d'évolution, la Nature a perfectionné ces surfaces pour améliorer les façons d'interagir avec le monde extérieur. Par exemple, de manière à respirer librement, les feuilles des plantes doivent rester propres et sèches même par temps de pluie. L'évolution a trouvé la solution idéale qui consiste à rendre la surface des feuilles super-hydrophobes, donc impossible à mouiller. Cerise sur le gâteau, ces surfaces sont également auto-nettoyantes. Dans un tout autre registre, certains animaux marins doivent rester accrochés à leur milieu de manière réversible (étoiles de mer) ou irréversible (moules) pour assurer leur survie malgré la houle marine. Pour solidifier leur interface avec les substrats, l'évolution des coquillages a naturellement conduit à la mise au point de colles à base de protéines représentant les meilleurs adhésifs connus à ce jour. Nous pourrions prolonger ces exemples à l'infini !

D'un point de vue technologique, la Nature apparaît comme un formidable réservoir d'idées pouvant être transposées au monde industriel de manière à améliorer notre quotidien. Cette approche a d'ailleurs donné naissance à une nouvelle discipline actuellement en plein essor: la Biomimétique. Le chemin parcouru depuis l'invention du Velcro (contraction de VELours et CROchet) par un ingénieur suisse qui venait d'observer des graines de bardanes accrochées à la fourrure de son chien est impressionnant.

Pensons aux cellules photovoltaïques, équivalent technologique de la photosynthèse, aux nano-composites, combinant matrice organique et charges inorganiques (mimant la structure de la nacre ou des os), aux surfaces micro-structurées, diminuant la friction dans l'eau (imitant la texture de la peau des requins) ou encore aux vitrages hauts rendement mimant le tristement célèbre « effet de serre », ….

« certains de nos chercheurs essayent d'imaginer des méthodes de préparation ingénieuses basées sur les origamis »

L'Université de Mons-Hainaut (UMH) en collaboration étroite avec le centre de recherche Materia Nova n'est pas en reste dans l'étude des surfaces. Le dynamisme de l'UMH dans ce domaine est illustré par les nombreux projets de recherche en cours, financés par la région wallonne (DGTRE, plan Marshall), la communauté Française (FNRS, ARC), le gouvernement fédéral (PAI), l'Europe (6ème et 7ème programmes cadres) ou grâce à des partenariats avec des entreprises soucieuses

Si Dieu a créé l'homme, c'est le Diable qui a créé les surfaces

Wolfgang Pauli (1900-1958)

du futur

des innovations technologiques. Un pôle matériaux est ainsi en train de se construire dans la région de Mons. En effet, l'UMH, la FPMs, Materia Nova, l'INISMA, ... viennent d'obtenir un financement de 12 millions d'euros pour leur projet « Revêtements fonctionnels » dédié aux surfaces. Ce projet ambitieux sera financé en partie par les fonds structurels européens à travers le programme « Convergence ».

Pour illustrer le dynamisme Montois dans ce domaine, vous trouverez dans ce dossier des articles décrivant des exemples concrets de travaux de recherche réalisés dans les laboratoires de l'UMH, souvent en collaboration avec Materia Nova. Nous verrons, par exemple, comment certains de nos chercheurs rendent nos vitres isolantes via le dépôt de multicouches nanométriques transparentes par des technologies « plasma ». Comment, en jonglant avec l'assemblage de films polymères conducteurs, on fabriquera, à terme, des cellules photovoltaïques (transformant l'énergie solaire en énergie électrique) « souples » qui pourraient être disposées sur nos vêtements, notre matériel de camping, ... Nous verrons comment des peintures à base de polymères contenant des nanotubes de carbone (nano-composites), peuvent mimer l'effet hydrophobe des feuilles de lotus pour faciliter le nettoyage des coques des gros cargos parcourant les mers de la planète. Ou encore, comment l'étude des matériaux et des mécanismes permettant aux moules ou aux lézards d'adhérer à leurs milieux naturels respectifs mène à la mise au point d'adhésifs aux performances inégalées. Enfin, loin des technologies complexes parfois mises en œuvre pour réaliser ces « surfaces du futur », certains de nos chercheurs essayent d'imaginer des méthodes de préparation ingénieuses basées sur les origamis, ces pliages japonais, pour fabriquer des surfaces plissées complexes aux propriétés étonnantes.
Comme nous pouvons le pressentir à la lecture de ce dossier, l'étude des surfaces/interfaces rencontrera les défis et les enjeux majeurs du futur dans des domaines aussi variés que la santé (mise au point de biocapteurs pour le diagnostic de maladie, sutures à base de colles biomimétiques, ...), l'énergie (cellules photovoltaïques, éclairage à basse consommation, surfaces diminuant la consommation des avions ou des bateaux, surfaces auto-nettoyantes), etc ... et bien d'autres encore à découvrir. ■

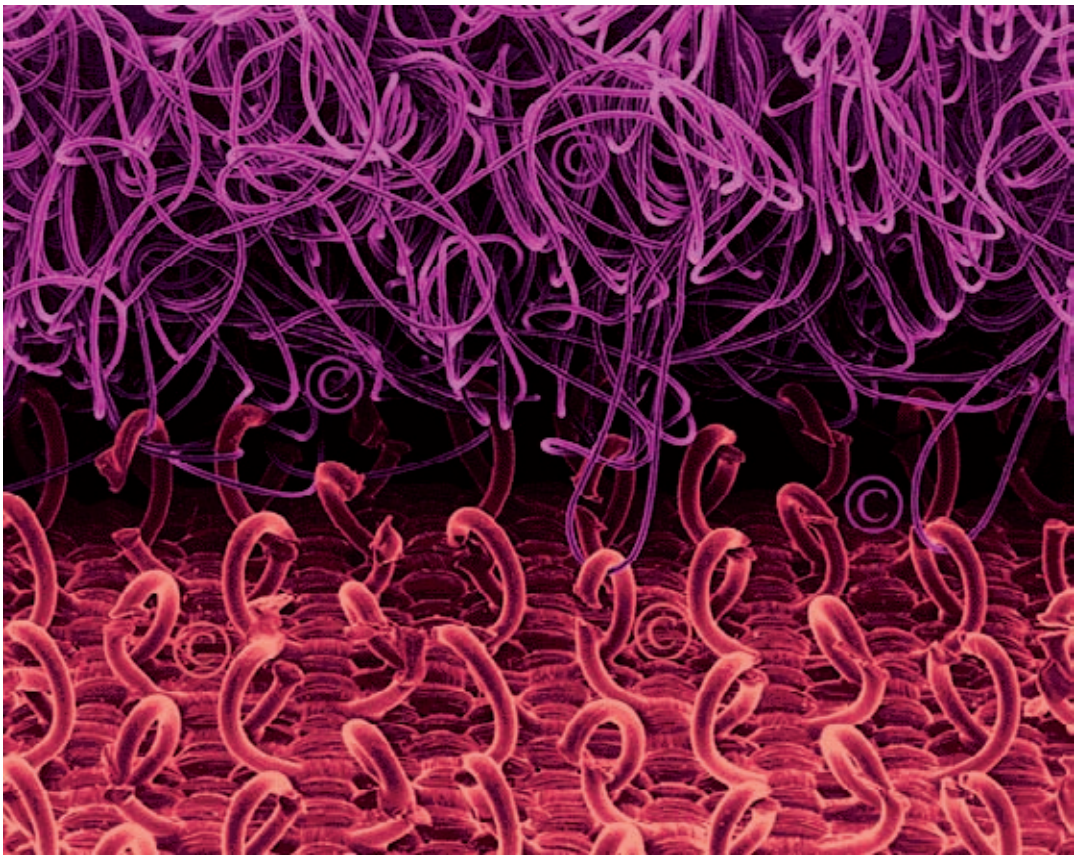
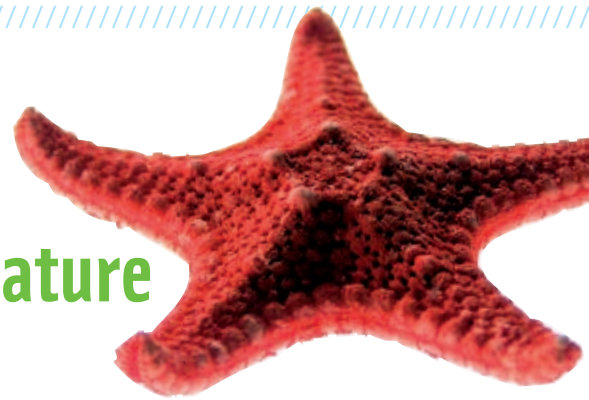


Fig. 2. Micrographie d'un velcro au microscope électronique à balayage (en fausses couleurs !).

Nouvelles surfaces adhésives :
quand l'homme s'inspire de la nature



» **Patrick FLAMMANG -** Laboratoire Biologie Marine (BIOMAR) - Contact : Patrick.Flammang@umh.ac.be

© Fotolia

Nous utilisons quotidiennement nombre d'objets dont la fabrication fait de plus en plus intervenir des adhésifs. Dans l'industrie automobile, par exemple, rivets et soudures sont progressivement remplacés par des collages. Si les progrès scientifiques qui ont été accomplis ces dernières années dans le domaine des colles de synthèse sont considérables et toujours en expansion, actuellement il y a encore certaines catégories d'adhésifs pour lesquelles notre technologie pourrait être améliorée: les adhésifs réversibles et réutilisables, les adhésifs fonctionnant en conditions de mise en œuvre difficiles (c'est-à-dire dans l'eau ou dans un environnement humide, sur des surfaces rugueuses ou sales), ou encore les adhésifs respectueux de l'environnement (ne renfermant pas de composés toxiques ou de composés organiques volatiles). Dans ces différentes catégories, les adhésifs biologiques développés par le monde vivant grâce aux millions d'années d'évolution surpassent encore nos meilleurs produits.

Les systèmes adhésifs biologiques sont des surfaces fonctionnelles permettant la fixation, temporaire ou permanente, d'un organisme à un substrat. Beaucoup d'animaux possèdent de tels systèmes, leur morphologie dépendant de l'espèce considérée et de l'utilisation qui en est faite (locomotion, capture de proies, etc). La diversité des systèmes adhésifs biologiques est donc énorme mais il est intéressant de noter que certaines solutions optimales ont évolué indépendamment dans plusieurs groupes zoologiques.

De nombreux animaux terrestres ont la capacité d'escalader les plantes, les rochers ou d'autres substrats, qu'ils soient lisses ou irréguliers. Ils ont en effet développé des coussinets adhésifs sous leurs pieds qui leurs permettent de se jouer des lois de la pesanteur. En dépit de la grande diversité d'animaux utilisant ces coussinets, ces derniers ne se déclinent qu'en deux variations : (1) les coussinets hérissés recouverts de nombreuses sétules spécialisées, sortes de minuscules poils dont la taille varie du micromètre au nanomètre et (2) les coussinets lisses dépourvus de sétules mais présentant généralement une surface micro-sculptée. Les mouches, les coccinelles (*voir la figure 1*), certaines araignées et les lézards de type gecko portent sous les pieds des coussinets hérissés tandis que les abeilles, les sauterelles et les grenouilles arboricoles possèdent des coussinets lisses. Grâce à la flexibilité du matériel qui les compose, ces deux types de coussinets peuvent maximiser la surface de contact avec le substrat et ce quelque soit son relief. La plupart de ces coussinets adhésifs sécrètent divers fluides qui permettent l'adhérence par l'action de forces capillaires (ce sont ces forces qui « collent » les grains de sable mouillé et qui nous permettent de réaliser des châteaux de sable en été !). Chez le gecko, qui présente les plus fines des sétules décrites à ce jour, l'adhérence découle directement des forces de Van der Waals (interactions électriques de faible intensité entre atomes ou molécules) entre les sétules et le substrat. Outre leurs remarquables propriétés adhésives, les coussinets adhésifs des animaux présentent également les avantages d'être détachables, autonettoyants et donc réutilisables à l'infini.

La situation est fondamentalement différente dans l'environnement aquatique, particulièrement en milieu marin. A cause de la densité de l'eau, les forces générées par les courants, les marées ou les vagues, que subissent les animaux aquatiques sont beaucoup plus fortes. Pour contrecarrer ces forces, de nombreux invertébrés comme des mollusques (moules, huîtres, etc.), des crustacés sessiles (anatifes et balanes) ou des échinodermes (étoiles de mer, oursins, etc.) sécrètent des adhésifs, généralement sous forme d'un mélange de protéines, qui leur permettent de se fixer aux rochers et autres supports sous-marins. La fixation peut être permanente, comme chez les invertébrés sessiles qui se cimentent aux rochers (par exemple les moules), ou temporaire, comme chez les organismes pouvant se fixer fermement mais aussi se détacher (par exemple les étoiles de mer ; *voir la figure 2*). Dans les deux cas, les adhésifs produits doivent être hautement insolubles pour fonctionner efficacement sur une durée relativement longue. Chez certains animaux marins, dont la moule, ces propriétés sont dues à la présence au sein des protéines adhésives d'un acide aminé modifié, la 3,4-dihydroxy-L-phénylalanine, aussi appelé dopa. Cet acide aminé possède un double rôle : à l'interface, il permet la formation de liaisons chimiques avec la surface du substrat, tandis que dans la masse de l'adhésif, il intervient dans la réticulation des protéines et donc le durcissement du ciment.

Les performances impressionnantes des adhésifs biologiques, particulièrement dans des environnements difficiles, ont conduit les scientifiques à essayer d'en reproduire les caractéristiques fondamentales. Deux modèles biologiques ont principalement servi d'inspiration : les coussinets hérissés des geckos en tant qu'adhésif réutilisable et le ciment des moules comme adhésif fonctionnant en milieu aqueux. Plusieurs laboratoires ont développé des surfaces hérissées copiées des pattes du gecko. Ces surfaces, au départ constituées d'un tapis de minuscules projections cylindriques, présentaient une efficacité limitée, leur principal problème étant que les projections ont trop tendance à se coller les unes aux autres. Récemment, de nouvelles surfaces biomimétiques (s'inspirant du monde vivant) ont été mises au point. Elles présentent un élément supplémentaire de complexité, comme par exemple des projections à extrémité évasée, en forme de petits champignons. Cette forme évite aux projections d'adhérer les unes aux autres et améliore également beaucoup la capacité d'adhérence, celle-ci restant cependant bien en deçà de celle des coussinets du gecko. Parmi les applications utilisant ces nouvelles surfaces adhésives et ayant déjà été testées avec succès en laboratoire, citons les pansements « waterproof » pouvant être utilisés en chirurgie, ou encore les robots capables de gravir des parois verticales lisses. Au niveau des applications, les adhésifs marins ne sont pas en reste mais, à ce jour, seules les protéines adhésives provenant de la moule ont été copiées. Plusieurs applications imaginatives ont été développées à partir de protéines ou de polymères contenant de la dopa, comme des adhésifs tissulaires pour applications médicales (en chirurgie ou en dentisterie, par exemple) ou encore des milieux d'immobilisation pour molécules, cellules ou tissus in vitro (utilisables en histologie, culture cellulaire et dans les puces à ADN ou à protéines). Tout récemment, des chercheurs ont mis au point

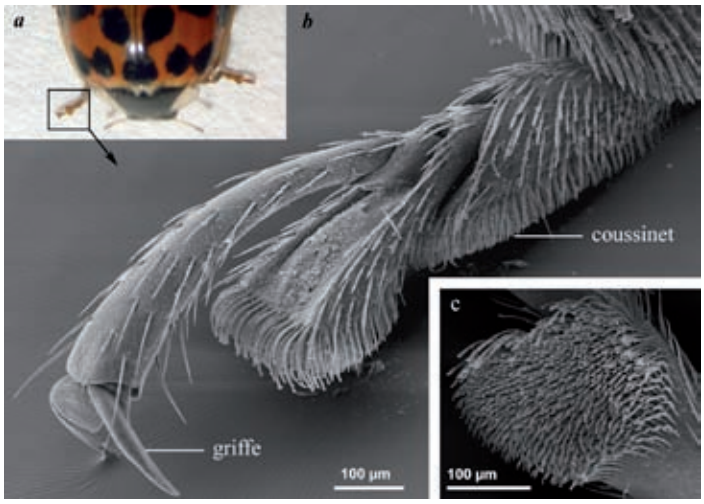


Fig. 1. La coccinelle (***a***), comme le gecko, possède des coussinets hérissés sous les pieds (***b,c***). Ceux-ci lui permettent de s'attacher sur des surfaces lisses alors que la paire de griffes qu'elle porte au bout de chaque patte (***b***) l'aide à s'agripper aux surfaces rugueuses. Chaque coussinet (***c***) se présente comme un tapis dense de sétules dont les extrémités mesurent environ un micromètre de diamètre. Les photos ***b*** et ***c*** sont des images de microscopie électronique à balayage réalisées au laboratoire de biologie marine.

Fig. 2. L'étoile de mer (***a***) se déplace et s'attache aux rochers grâce à des centaines de petits appendices tubulaires appelés podia (flèche). Chacun de ces podia se compose d'une hampe extensible et d'un disque terminal (***b***) qui est la partie adhésive proprement dite. La surface terminale de ces pieds (**c**) est criblée d'une multitude de pores microscopiques par lesquels la sécrétion adhésive insoluble est libérée au contact du substrat. Une seconde sécrétion permet, par la suite, aux podia de se détacher. Les clichés ***b*** et ***c*** ont été réalisés au microscope électronique à balayage.

une surface adhésive hérissée de minuscules piliers et recouverte d'une couche de polymères contenant de la dopa. Cet adhésif hybride, dénommé *geckel* (contraction de *gecko* et *mussel*, moule en anglais), combine les caractéristiques fondamentales des adhésifs de ces deux animaux et présente des performances surpassant largement celles des deux adhésifs biomimétiques pris séparément.

Plusieurs laboratoires de l'UMH sont très actifs dans la caractérisation des adhésifs biologiques et leur imitation en vue de produire de nouvelles surfaces adhésives. Depuis plusieurs années, l'étude des phénomènes biologiques d'adhérence est au centre des préoccupations d'une équipe de chercheurs du Laboratoire de Biologie Marine (BIOMAR). L'objectif poursuivi est la compréhension fine des processus d'adhérence des invertébrés marins et du rôle de ces processus dans le comportement de ces animaux. La recherche se fait de manière intégrée, combinant les approches morphologique (étude des cellules constituant les organes adhésifs), biomécanique (mesure des forces d'adhérence et identification des facteurs qui les influencent) et biochimique (caractérisation des protéines adhésives). Jusqu'ici, les recherches ont principalement porté sur les adhésifs temporaires développés par les échinodermes (étoiles de mer, oursins et consorts ; *voir la figure 2*) mais tout récemment elles ont été étendues aux adhésifs permanents des annélides (en particulier certains vers marins vivant dans des tubes de sable cimentés).

Le Laboratoire Interfaces & Fluides Complexes, InFluX (ex Physico-Chimie des Polymères) s'est quant à lui spécialisé dans l'étude des surfaces et interfaces de polymères (films minces). Les recherches qui y sont poursuivies ont pour objectif de contrôler les structures chimiques et physiques des films de polymères à partir de processus simples reposant sur le développement d'instabilités « naturelles » (auto-organisation) dans des couches minces. Une des originalités de cette approche réside dans le fait que l'on puisse contrôler ces instabilités en utilisant des surfaces structurées chimiquement, elles-mêmes obtenues par des méthodes d'auto-assemblage chimique. Ces méthodes permettent de générer des surfaces auto-structurées utilisables dans de nombreuses applications, par exemple des surfaces hérissées pouvant fonctionner comme surfaces adhésives (*voir la figure 3*). Fort de son expérience dans ce domaine, le Laboratoire InFluX est associé à une dizaine d'autres laboratoires européens pour lancer en 2008 un vaste projet de recherche nommé EBioAdI, financé par l'European Science Foundation (Programme EUROCORES) et visant à l'ingénierie d'interfaces adhésives biomimétiques.

Le Laboratoire de Biologie Marine et le Laboratoire InFluX mettront par ailleurs leurs compétences en commun dans le cadre du projet BIOMADH dont le financement vient d'être accepté par la Région Wallonne (Programme WINNOMAT 2). Ce projet pluridisciplinaire, pour lequel les deux laboratoires seront associés au Laboratoire de Biologie Moléculaire et de Génie Génétique de l'Université de Liège ainsi qu'à la société Arcelor-Mittal, vise à copier les mécanismes d'adhérence mis en œuvre par certains animaux marins pour augmenter l'adhérence des peintures sur l'acier. Il est en effet nécessaire de développer de nouveaux promoteurs d'adhérence pour les revêtements de l'acier, qu'ils soient classiques comme les peintures ou plus innovants. Les promoteurs d'adhérence actuellement utilisés, à base de chrome, sont amenés à disparaître en raison de leur toxicité et des nouvelles réglementations européennes en la matière. Le développement de nouveaux promoteurs respectueux de l'environnement est donc indispensable. Ils s'inspireront des protéines adhésives marines qui semblent prometteuses pour des applications sur acier. En plus de leur capacité à se lier rapidement et fermement aux surfaces métalliques à température ambiante et ce même dans un environnement humide et salin, ces protéines adhésives peuvent apporter un effet anti-corrosion. L'objectif poursuivi est de confronter les propriétés des protéines adhésives de différents animaux marins avec des besoins spécifiques de promoteur d'adhérence pour peintures existant chez Arcelor-Mittal, et ce afin de développer une molécule biomimétique répondant au mieux aux contraintes de l'industrialisation. ■

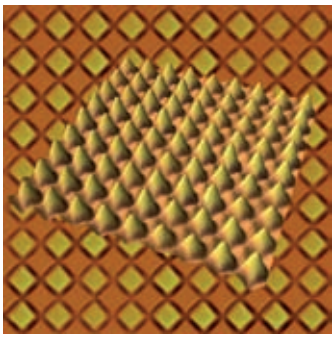


Fig. 3. Différents processus physicochimiques peuvent être utilisés pour générer des surfaces structurées. Nous voyons ici une image composite comprenant des vues en 2D et en 3D d'une surface à piliers obtenue à partir d'une bicouche de liquides (éthanol/huile de silicone) déposée sur une surface à « damiers chimiques » (domaine mouillant/non-mouillant). En ajustant les forces capillaires, cette bicouche devient instable et conduit à une structuration 3D du film d'huile de silicone. Ce type de surface, à plots, est particulièrement prometteuse pour imiter l'adhésion réversible des lézards gecko.

LES FENÊTRES DE DEMAIN… ENTRE TRANSPARENCE ET DÉFIS ÉNERGÉTIQUES

» **Fabian RENAUX[1], Rony SNYDERS[1,2], Michel HECQ[1,2]** 1 Materia Nova, 2 Laboratoire de Chimie Inorganique et Analytique - Contact: rony.snyders@umh.ac.be

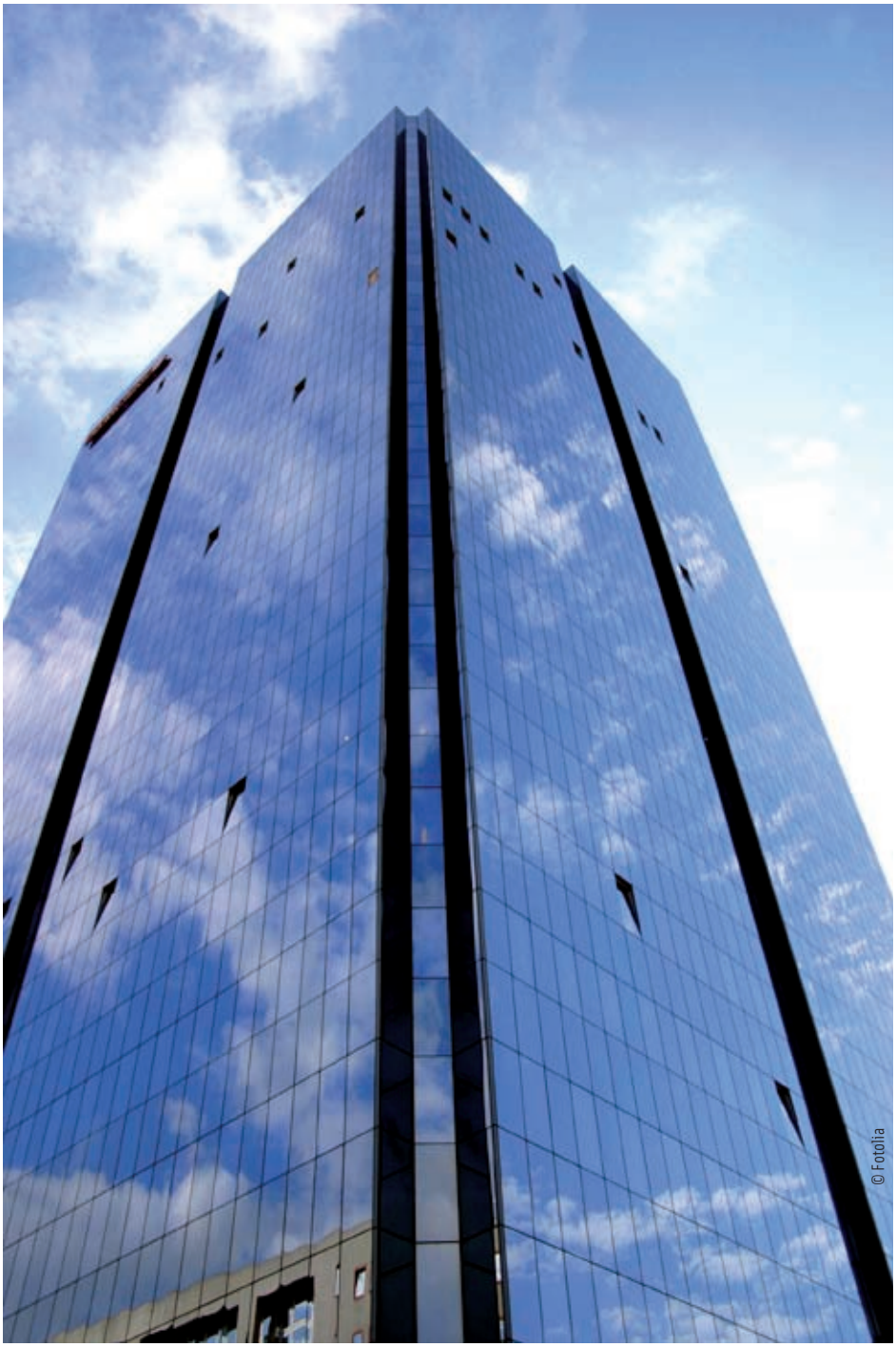


Fig. 1. Bâtiment moderne présentant des surfaces vitrées de grandes dimensions

Depuis quelques années, la recherche et le développement de vitres aux performances améliorées et aux fonctionnalités nouvelles connaissent un essor considérable. Les motivations en sont les effets combinés de l'évolution des goûts architecturaux, la hausse continue des prix de l'énergie liée à la diminution des réserves d'énergies fossiles et bien sûr le réchauffement climatique avéré. Pour répondre à ces défis, l'amélioration de l'isolation thermique des grands bâtiments vitrés jalonnant nos villes est devenue indispensable (**Fig. 1**). Ces derniers constituent un véritable tour de force technologique, en effet, sans système de chauffage et d'air conditionné puissants, coûteux et gourmands en énergie, ils se transformeraient en glacière l'hiver et en fournaise l'été. Afin de réconcilier l'évolution de l'habitat et nos habitudes de vie et de confort avec la nécessité d'économie de l'énergie, il est donc nécessaire d'apporter de nouvelles propriétés aux vitres de ces bâtiments qui constituent souvent LA faiblesse structurale en termes d'isolation thermique.

La modification des propriétés des vitres peut notamment être obtenue, par l'emploi des technologies « plasma » qui sont étudiées au sein du *Laboratoire de Chimie Inorganique et Analytique (LCIA)* de l'Université de Mons-Hainaut. De manière simplifiée, le plasma est un gaz partiellement ionisé, très réactif, produit, dans notre cas, à basse pression (~ un million de fois plus petite que la pression atmosphérique) via un apport énergétique sous forme, par exemple, d'une différence de potentiel électrique entre 2 électrodes. Ce gaz émet alors une lumière caractéristique qui témoigne de l'état d'excitation des particules gazeuses qui y siègent (**Fig. 2**). Les technologies « plasma » permettent de modifier les surfaces de matériaux (entre autres les vitres) sans en altérer les propriétés massiques, on parlera de « *traitements de surface* ».

Parmi ces traitements, des films très minces (d'épaisseur inférieure à un millionième de mètre) de métal ou d'un composé métallique peuvent être déposés de manière contrôlée par une technologie utilisant les plasmas: *la pulvérisation magnétron*. Brièvement, la pulvérisation magnétron est une technique basée sur l'utilisation des ions positifs présents dans le plasma. Ces derniers sont accélérés par une tension négative vers la cathode du système qui est constituée du métal à pulvériser. Lors de la

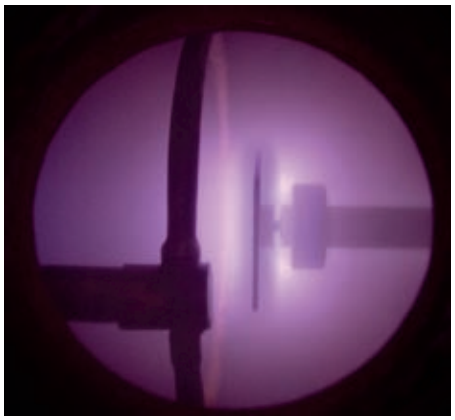


Fig. 2. Plasma d'Argon

collision, des atomes de ce métal sont arrachés à la cathode, traversent le plasma et se condensent sur le substrat (la vitre dans notre cas) pour former un film mince. Si le gaz dans lequel est initié le plasma est un gaz rare (l'argon), le film déposé sera métallique. Par contre, si on ajoute à ce gaz des molécules réactives telles que l'oxygène ou l'azote, on formera respectivement des oxydes et des nitrures du métal pulvérisé.

Ces films minces ont des caractéristiques particulières qui apportent donc de nouvelles propriétés au matériau sur lequel ils sont déposés. La mise en œuvre de cette technologie ainsi que l'analyse des matériaux fabriqués sous forme de films minces nécessitent des équipements spécifiques puisque d'une part, on travaille à des pressions très basse (utilisation de pompes, de réacteurs métalliques, de jauges de pression,...) et d'autre part, on analyse de très faibles épaisseurs de matériaux. Les possibilités de la technique ont assuré son développement dans de nombreux domaines industriels comme l'électronique (micro-processeurs), l'emballage alimentaire (films minces « barrière »), l'industrie du verre (vitrage, lunette), la métallurgie (films minces anticorrosion), la médecine (films minces biocompatibles), etc.

Une des principales applications de pulvérisation magnétron dans le domaine verrier est le développement de vitres dites « basse-émissivité » qui sont à la base des verres à hautes performances (isolation thermique) que l'on découvre dans le commerce. En effet, une fois sa surface modifiée, la vitre ainsi traitée a la propriété de réfléchir le rayonnement infrarouge responsable de la chaleur que nous ressentons. Ce type de verre, utilisé en conjonction avec un double vitrage, permet alors de profiter du rayonnement solaire en hiver en limitant les pertes calorifiques.

Pour atteindre ces propriétés, la vitre est recouverte, par pulvérisation magnétron, d'un empilage de films minces de matériaux différents jouant chacun un rôle particulier (**Fig. 3**). L'élément principal de l'empilage est une couche d'argent très mince, d'une épaisseur de l'ordre de 10 milliardièmes de mètre, soit une trentaine d'atomes empilés, qui a la propriété de réfléchir les rayonnements infrarouges. Cette épaisseur est suffisante pour obtenir l'effet recherché et reste assez faible pour laisser passer la lumière visible avec une transmission de 40%.

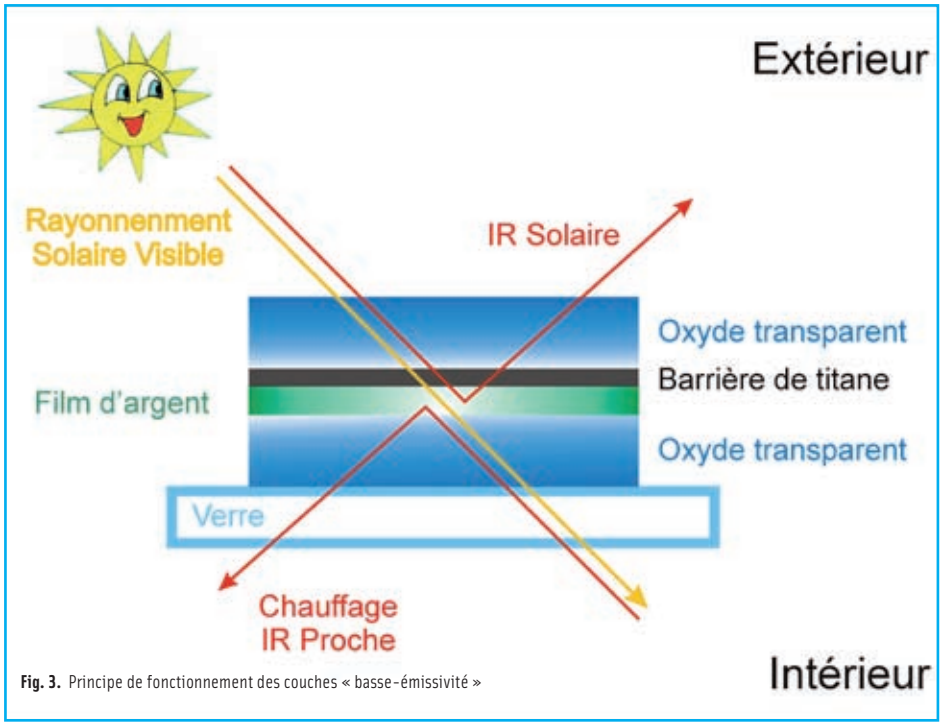


Fig. 3. Principe de fonctionnement des couches « basse-émissivité »

« La modification des propriétés des vitres peut notamment être obtenue, par l'emploi des technologies « plasma » »

Ensuite, un ou plusieurs films d'oxydes métalliques transparents (SnO_2, TiO_2, ZnO) viennent encapsuler le film d'argent. Le rôle de ces films d'oxyde est double. Premièrement, ils protègent le film d'argent contre la diffusion d'éléments chimiques externes potentiellement agressifs. En effet, le film d'argent est très fragile et la présence d'éléments polluants en provenance du verre (sodium) ou de l'atmosphère (O_2, SO_2,..) vont provoquer une diminution de ses propriétés réfléchissantes des infrarouges. La protection contre les agressions mécaniques lors de la mise en œuvre des vitres (montage des châssis, nettoyage,..) est également visée par la présence de ces films protecteurs. Le second rôle de ces films d'oxydes est d'améliorer la transmission lumineuse totale de l'empilage. En effet, en jouant sur les indices optiques et l'épaisseur de ces films, il est possible d'accroitre la transparence de manière significative. En moyenne, 70% de la lumière visible est transmise à travers l'empilage ce qui améliore donc nettement la situation par rapport à la présence de la couche d'argent seule.

Ces empilages sont technologiquement complexes, en effet les qualités chimiques et morphologiques des films, la définition des interfaces entre ces derniers, leur stabilité au cours du temps sont autant de défis à relever par les scientifiques s'intéressant ces matériaux. Le LCIA a acquis un savoir faire important dans le domaine du traitement de surface des matériaux et des verres en particulier. En collaboration étroite avec AGC Flat-Glass Europe (anciennement Glaverbel), certains résultats des recherches développées hier au LCIA et dans le centre de recherche Materia Nova auquel notre service est associé trouvent aujourd'hui leur place dans les produits mis en vente, à l'échelle planétaire, par cette entreprise, leader mondial du verre. Néanmoins, d'autres défis se profilent à l'horizon pour nos fenêtres. En effet, si à l'heure actuelle, nous arrivons à limiter la perte d'énergie à travers ces dernières, dans le futur, nous leur demanderons, par exemple, de produire cette énergie en les recouvrant de cellules photovoltaïques transparentes. Comme on le voit, le développement technologique des vitres est loin d'être terminé... mais ceci est une autre histoire. ■

PEINTURES ANTISALISSURE MARINES : DE MONS À SINGAPOUR

» **Alexandre BEIGBEDER, Rosica MINCHEVA, Philippe DUBOIS,** Centre d'Innovation et de Recherche en Matériaux Polymères (CIRMAP), Service des Matériaux Polymères et Composites (SMPC) - Contact: philippe.dubois@umh.ac.be

La colonisation de toute surface immergée par différents types d'organismes (bactéries, algues, mollusques, etc.) est un phénomène naturel et inévitable. Actuellement, le contrôle ou l'élimination de ces salissures marines représentent des enjeux majeurs aussi bien scientifiques, économiques qu'écologiques. Après moins de 6 mois passés en mer, la partie immergée et non protégée d'un navire peut se voir recouvrir de plus de 150 kg de salissures par mètre carré **(Figure 1).** Ces salissures perturbent l'écoulement de l'eau autour de la coque du navire, le sillage, qui va inévitablement entraîner une augmentation de la consommation de combustible pouvant aller jusqu'à 40 %.

Fig. 1. Coque d'un navire souillée par des balanes (AMBIO Website)

A une époque où le pétrole se fait de plus en plus cher et où le marché des traitements antisalissures est estimé à plusieurs milliards d'euros par an, chacun mesurera aisément les enjeux économiques de ce secteur. Si à ce jour les solutions existantes sont très efficaces, elles se sont révélées extrêmement néfastes pour l'environnement. L'utilisation massive, et pendant plusieurs décennies, de dérivés organostanniques (à base d'étain) dans les peintures antisalissures en est la principale raison. Ainsi, suivant les recommandations de l'OMI*, de nombreux pays ont décidé de bannir de leurs eaux les navires utilisant ce type de peintures, voir d'interdire purement et simplement leur production. La recherche de solutions alternatives, efficaces et propres est donc devenue une priorité pour les différents acteurs du secteur maritime. C'est dans ce contexte que s'inscrit le projet AMBIO (« Advanced Nanostructured Surfaces for the Control of Biofouling »). L'UMH et 31 autres organisations (15 universités et centres de recherche ainsi que 16 entreprises), participent à ce projet financé par l'Union Européenne dans le cadre du 6ème Programme Cadre. Chimistes, physiciens, biologistes et professionnels du secteur maritime venant de 14 pays sont réunis au sein de ce consortium européen. Ce projet, coordonné par le Pr. James Callow de l'université de Birmingham, a débuté en 2005 et s'achèvera en 2010.

Deux stratégies sont généralement envisagées pour protéger toutes les surfaces immergées. La première consiste à prévenir l'accumulation des organismes. Force est de constater qu'aucune solution propre et aussi efficace que les peintures à base d'étain (ou autres substances dites « biocides ») ne semble émerger. La seconde approche consiste à développer des surfaces « auto-nettoyantes ». L'idée n'étant pas d'empêcher la colonisation des surfaces, mais de faciliter grandement leur nettoyage. Idéalement le simple mouvement du navire en mer génèrera des forces suffisantes pour décrocher les espèces salissantes. C'est précisément cette approche qui a été retenue par le CIRMAP à Mons.

« La seconde approche consiste à développer des surfaces auto-nettoyantes »

Comme souvent, l'exemple nous est donné par la nature. Ainsi certaines plantes ont la particularité de garder leurs feuilles « propres et sèches ». Cette propriété connue sous le nom d' « effet lotus » est due à la microstructuration de la surface de la feuille **(Figure 2).** Ainsi, l'objectif du CIRMAP est de reproduire ces surfaces nano-structurées. Comment ? Par l'incorporation de nanoparticules dans des matériaux ayant déjà fait leur preuve en termes de propriétés anti-adhésives : les silicones. Une des nanoparticules retenues est le nanotube de carbone, particule découverte aux débuts des années 1990 et faisant l'objet d'un nombre toujours croissant d'études.

Ces nouveaux matériaux développés à Mons ont été évalués lors de campagnes expérimentales successives. Il a été montré que l'addition d'une infime quantité de nanotubes de carbone (moins de 0.2 %) permet d'obtenir une amélioration des performances tout à fait exceptionnelle (+ 150 %). Les propriétés antisalissures de ces matériaux ont d'abord été étudiées à l'échelle du laboratoire avec succès. Les tests réalisés en milieu naturel ont été tout aussi concluants. La production à l'échelle semi-industrielle de ces nouveaux revêtements silicones nanocomposites a débuté et une nouvelle campagne de tests est prévue en ce début d'année dans plusieurs mers et lieux du globe (Royaume-Uni, Suède, Singapour...). Un autre aspect très important est la facilité avec laquelle les surfaces à protéger peuvent être traitées. Le film protecteur peut être appliqué par des moyens très conventionnels (pinceau, spray...). La commercialisation à grande échelle de ces nouvelles formulations est désormais envisagée dans un futur proche.

Enfin, il est à noter que les recherches effectuées à Mons ont abouti aux dépôts de deux brevets internationaux suivis de publications dans des journaux scientifiques tels qu'*Advanced Materials* et *Biofouling*. Outre les applications comme peintures antisalissures pour coques de bateau, de multiples applications sont envisagées telles que la protection des filets de pêche, des appareils scientifiques océanographiques, la préservation des échangeurs de chaleur,... ■

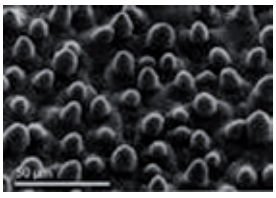


Fig. 2. Observation microscopique de la surface d'une feuille de lotus www.techno-science.net

* L'Organisation Maritime Internationale (OMI) est une institution des Nations Unies ayant compétence en matière de sécurité de la navigation et de prévention de la pollution des mers.

Les auteurs tiennent à remercier les groupes des Profs. James Callow (Université de Birminghan) et Anthony Clare (Université de Newcastle) pour leurs expertises et fructueuses collaborations.

Pour tout renseignement complémentaire :
http://www.ambio.bham.ac.uk/ et
http://morris.umh.ac.be/smpc

SURFACES PLASTIQUES BERCEAUX DE LUMIÈRE, SURFACES PLASTIQUES MOISSONNEUSES DE LUMIÈRE

» **Pascal Viville[1,2], Thomas Godfroid[2], Jean-Pierre Dauchot[2], Jérôme Cornil[1], David Beljonne[1], Roberto Lazzaroni[1,2],** 1 Service de Chimie des Matériaux Nouveaux - Centre d'Innovation et de Recherche en MAtériaux Polymères – CIRMAP, 2 Centre de Recherches Materia Nova, Mons - Contact: roberto.lazzaroni@umh.ac.be

Les matières plastiques, que les chimistes appellent polymères, sont omniprésentes dans notre vie de tous les jours : matériaux de structure dans les voitures et les appareils électriques, vêtements, emballages sont quelques-uns des domaines d'application de cette classe de matériaux. Dans les polymères 'traditionnels', qui constituent les matières plastiques que nous utilisons couramment, les électrons servent exclusivement à assurer les liaisons entre les atomes ; ils sont dès lors confinés et ne peuvent se déplacer (par exemple sous l'effet d'un champ électrique). Ces matériaux sont des isolants électriques. Par contre, dans les polymères dits conjugués, un certain type d'électrons (les électrons π) ont la possibilité de se déplacer le long des molécules et même de passer d'une molécule à l'autre. Ces propriétés confèrent à ces matières plastiques un caractère semi-conducteur (et même dans certains cas, conducteur) de l'électricité. Il est donc possible de concevoir des dispositifs semi-conducteurs (transistors, diodes, capteurs) et toute une électronique d'un type nouveau : l'électronique organique, basée sur ces matériaux polymères conjugués et complémentaire de l'électronique 'classique' qui utilise les semi-conducteurs minéraux, comme le silicium.

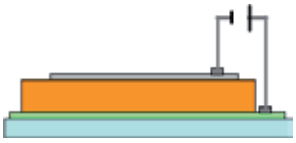


Fig. 1. Structure d'une diode électroluminescente: support transparent (bleu) ; électrode transparente (vert) ; polymère semi-conducteur (orange) ; électrode d'aluminium (gris).

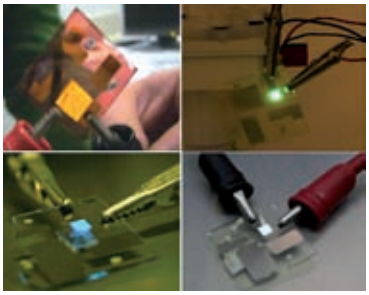


Fig. 2. Diodes électroluminescentes de différentes couleurs, incorporant des polymères de natures chimiques (et donc avec des propriétés émissives) différentes (Materia Nova 2007-2008).

Un des premiers dispositifs élaborés à partir des semi-conducteurs polymères fut une diode électroluminescente (Organic Light Emitting Diode – OLED), qui émet un signal lumineux lorsqu'elle est traversée par un courant électrique. Sa structure peut être très simple (Figure 1, haut) : un mince film polymère, dont l'épaisseur est inférieure à un micron, est pris en sandwich entre deux électrodes ; l'une est constituée d'aluminium et l'autre est transparente, pour laisser sortir la lumière émise par le polymère. Le tout est construit sur un support transparent (du verre ou une mince feuille de plastique). L'application d'une différence de potentiel de quelques volts provoque l'injection de charges électriques positives et négatives dans le matériau polymère à partir des deux électrodes. Lorsque ces charges se rejoignent au sein du matériau, elles se recombinent et l'énergie excédentaire est libérée sous forme d'un rayonnement lumineux; nous sommes alors en présence du phénomène d'électroluminescence, une émission de lumière induite par un processus électrique.

Puisque la couleur de la lumière est liée à sa longueur d'onde et à son énergie, on comprend que la couleur de la lumière émise par l'OLED dépendra de la différence d'énergie entre la bande de conduction et la bande de valence du polymère. Cette différence d'énergie est régie par la structure électronique (et donc la structure chimique) du polymère. En modifiant cette structure chimique, il est donc possible de sélectionner la lumière émise par le dispositif. Il s'agit là d'un enjeu majeur de la recherche sur les matériaux polymères luminescents, pour lequel les travaux de modélisation théorique que nous réalisons au laboratoire sont essentiels. Cette possibilité de choisir la couleur de la lumière émise est illustrée à la Figure 2, qui reprend certains résultats de travaux récents menés à Materia Nova, dans le cadre d'un projet de recherche avec la société AGC. Cette figure montre trois diodes contenant un polymère conjugué différent, qui délivrent respectivement une lumière orange, verte ou bleue. ■

Fig. 3. Prototype d'écran couleurs OLED de 40 pouces de diagonale, mis au point par Samsung.

Fig. 4. Prototype d'écran OLED flexible mis au point par Sony.

En miniaturisant ces OLEDs, on peut en faire des éléments d'écran d'affichage (des pixels) et en juxtaposant des pixels émettant les trois couleurs fondamentales (rouge, vert et bleu) et contrôlables individuellement, on peut construire un écran d'affichage couleurs. C'est ce que la firme Samsung a réalisé en 2006, sous la forme d'un écran OLED extra-plat de 40 pouces (Figure 3). Par rapport aux autres technologies d'écrans plats (LCD et plasma), les écrans OLEDs ont une consommation électrique nettement moindre, ce qui est particulièrement bénéfique pour des applications portables. Ainsi, une grande partie des écrans équipant les téléphones portables et les baladeurs de dernière génération utilise la technologie OLED.

La simplicité de la structure des OLEDs et la solubilité des matériaux polymères permettent de fabriquer ces écrans avec des méthodes simples et peu onéreuses, notamment l'impression en continu sur rotatives (comme nos journaux) ou l'impression par jet d'encre (comme nos imprimantes couleurs). De plus, comme toutes les couches (le polymère luminescent, les électrodes et le substrat) peuvent être faites de matériaux souples, on peut construire des écrans couleurs flexibles, pliables ou enroulables, ce qui est un autre avantage unique de cette technologie. La Figure 4 montre un exemple d'un tel écran OLED flexible, mis au point par Sony. Il sera ainsi possible d'intégrer des écrans d'affichage dans des vêtements ou des sacs de voyage.

La modularité des propriétés d'émission ouvre une perspective bien plus vaste encore : en associant plusieurs polymères conjugués différents dans la couche active, chacun émettant sa couleur spécifique, il est possible de générer des dispositifs émetteurs de lumière blanche (qui est une superposition des trois couleurs fondamentales). C'est ce que montre la diode en bas à droite de la Figure 2 ; elle contient une couche active constituée d'un mélange de différents polymères dans des proportions calibrées pour que la lumière émise soit blanche. L'émission de lumière blanche ouvre une application potentielle immense : l'éclairage. Après l'ampoule à incandescence, qui est une source lumineuse ponctuelle, après le tube néon, qui est une source à une dimension, les OLEDs permettront de fabriquer des sources lumineuses à deux dimensions sur des grandes surfaces. Un prototype de quelques décimètres carrés, mis au point par Siemens, est présenté à la Figure 5 (gauche). On peut donc imaginer dans un futur proche des intérieurs dont les plafonds ou des murs entiers pourraient s'illuminer en soirée (Figure 5 ; droite). En choisissant de façon appropriée la composition de la couche active, il sera possible de générer une lumière 'chaude', proche de celle du soleil, plutôt qu'une lumière crue, comme celle de nombreux tubes fluorescents.

Depuis quelques années, il est apparu qu'il est possible de faire fonctionner les OLEDs organiques à l'envers, c'est-à-dire qu'en les exposant à de la lumière, on peut produire un courant électrique. On fabrique ainsi des photodiodes, qui sont le constituant de base des cellules photovoltaïques, appelées aussi cellules solaires. S'ouvre ainsi la possibilité de mettre au point des modules photovoltaïques d'un type nouveau, basés sur des matières plastiques. Pour obtenir un effet photovoltaïque appréciable, il est cependant nécessaire de combiner deux matériaux polymères aux propriétés complémentaires, l'un donneur d'électrons et l'autre accepteur d'électrons. L'absorption de la lumière par ce mélange engendre un courant électrique qui peut servir à alimenter des appareils électroniques. Comme pour les OLEDs, les processus physico-chimiques qui s'enchaînent dans les cellules photovoltaïques organiques dépendent, de façon intime, des propriétés électroniques et optiques des matériaux conjugués constituant la couche active. L'optimisation de ces processus est un sujet de recherche intense, tant du point de vue expérimental qu'en termes de modélisation théorique.

Un élément photovoltaïque organique individuel génère typiquement une différence de potentiel de 0.6 V et des courants de l'ordre de 10 mA/cm^2 ; la combinaison d'un grand nombre d'éléments, en série ou en parallèle, permet d'augmenter ces performances. Cependant, le facteur de mérite le plus important pour les cellules photovoltaïques est le rendement en puissance, c'est-à-dire le rapport entre la puissance électrique produite par la cellule et la puissance lumineuse solaire incidente. A l'heure actuelle, les cellules solaires polymères ont un rendement d'environ 6%, ce qui est encore modeste par rapport aux performances des cellules solaires au silicium qui commencent à couvrir les toits de nos maisons (15%). Cependant, le prix de fabrication prévu pour les modules solaires polymères est trois fois moindre et les processus de fabrication sont beaucoup plus respectueux de l'environnement. De plus, ces modules peuvent être fabriqués sur une grande variété de supports (souples, courbes ou enroulables, Figure 6), ce qui permettra un placement facile et une utilisation pour des applications nouvelles. Ces cellules photovoltaïques pourront par exemple être intégrées à des vêtements, à des articles de voyage ou à des toiles de tente. ■

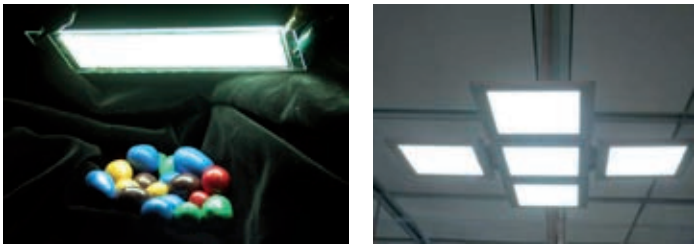


Fig. 5. gauche: dalle OLED blanche mise au point par Siemens (les billes colorées ont pour fonction de montrer la qualité du rendu des couleurs); droite: dalles pour plafond électroluminescent fabriquées au Research Institute on Organic Electronics, Japon.

Fig. 6. Plastique photovoltaïque produit par Konarka (2007).

Pour en savoir plus

Nous vous invitons à visiter les sites Web des sociétés suivantes, qui sont actives dans la fabrication d'OLEDs et de cellules photovoltaïques polymères:

Cambridge Display Technology : http://www.cdtltd.co.uk/

Dupont : http://www.olight.com/

Philips : http://www.research.philips.com/

Kodak : http://www.kodak.com/US/en/corp/display/applications.jhtml

Universal Display Corporation : http://www.universaldisplay.com/

Konarka : http://www.konarka.com/

Une démonstration de l'écran OLED flexible Sony est visible sur :

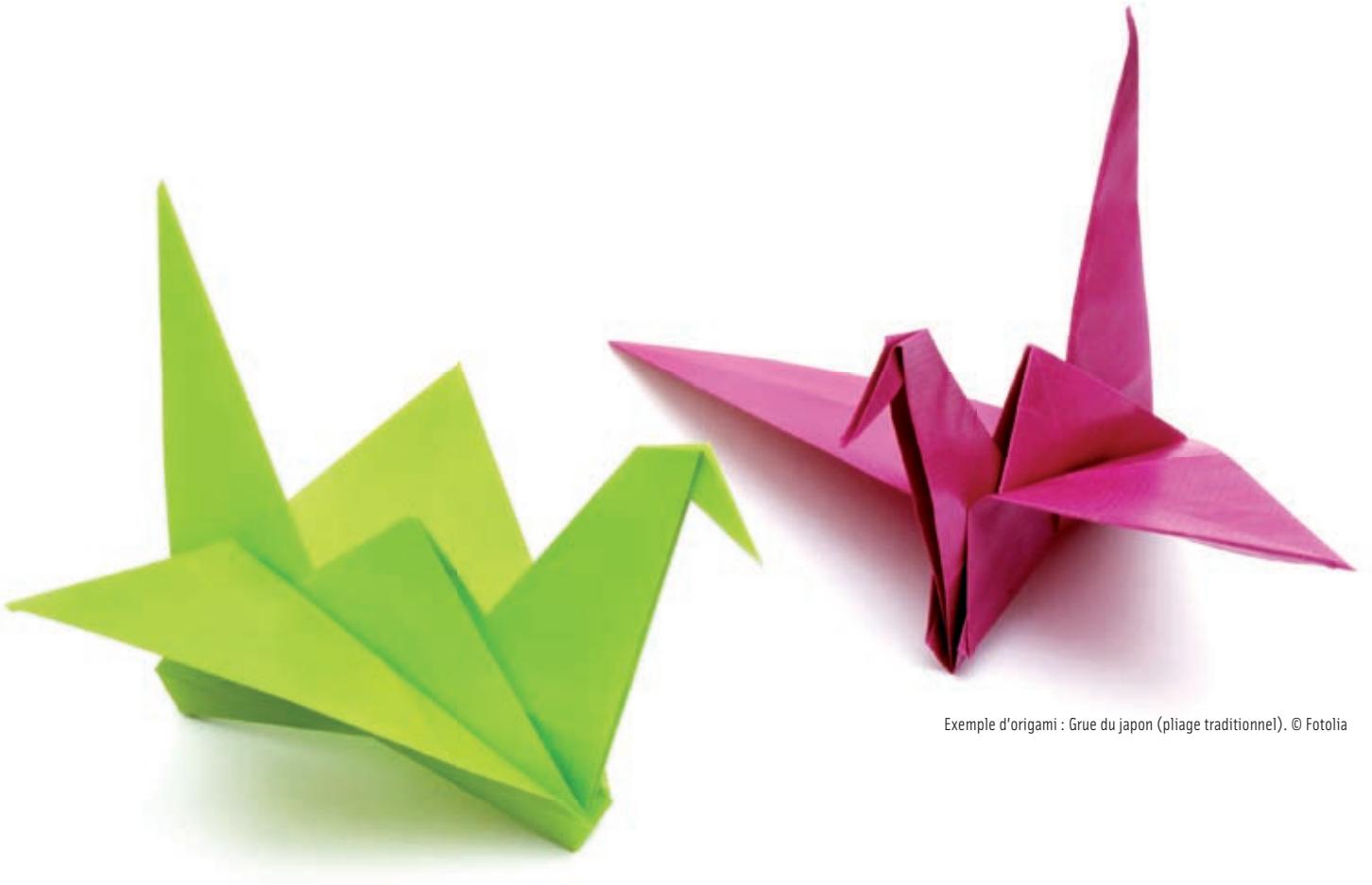
http://www.youtube.com/watch?v=NcAm3KihFho

Les recherches réalisées à Mons (UMH et Materia Nova) sur les dispositifs luminescents et sur les cellules photovoltaïques sont soutenues par le gouvernement fédéral dans le cadre des Pôles d'Attraction Interuniversitaire, par la Région Wallonne dans le cadre du Plan Marshall, par AGC, par la Commission Européenne et par le Fonds National de la Recherche Scientifique (FNRS).

ORIGAMI ET SURFACES SUPERHYDROPHOBES

» **Hugues VANDEPARRE, Abbas SABBAH, Pascal DAMMAN,** Laboratoire Interfaces & Fluides Complexes (InFluX), Centre d'Innovation et de Recherche en Matériaux Polymères (CIRMAP) - contact : pascal.damman@umh.ac.be

L'origami (de oru, plier et de kami, papier) est un art japonais très ancien qui consiste à réaliser des figures en deux ou trois dimensions à partir du pliage d'un simple carré de papier. Une des représentations d'origami la plus célèbre est la grue du japon, devenue un symbole de paix depuis l'explosion atomique d'Hiroshima.



Exemple d'origami : Grue du japon (pliage traditionnel). © Fotolia

De nos jours, les plieurs réalisent d'extraordinaires sculptures, la complexité des origami n'ayant cessé de se développer (**Figure 1**).

En regardant les mannequins des défilés de haute-couture, qui pourrait imaginer que derrière les plis qui donnent du volume aux robes, aux cols et aux manches, se cache l'art multi-séculaire de l'origami ! Le monde de la haute-couture a très souvent recourt aux talents de spécialistes en pliage. Les tissus plissés sont en effet réalisés à la main, pièce par pièce, par des ateliers de plisseurs dont la technique n'a rien à envier aux meilleurs artistes japonais (**Figure 2**). Les étoffes sont étendues entre deux feuilles préalablement plissées suivant le motif désiré. La réalisation de ces moules, appelés « métiers », par pliage de feuilles de carton prend plusieurs semaines de travail.

Quittons à présent le monde de l'art. De manière parfois inattendue, les créations en origami ont largement contribué à des applications dans des domaines aussi variés que l'automobile, le spatial ou le médical. Ainsi, si votre airbag a la capacité de se déplier en une fraction de seconde, c'est grâce au travail de conception de scientifiques spécialistes du pliage. Un tissu mal plié ne se dépliera pas correctement (pensez

© Fotolia

également à l'ouverture de votre parachute si vous pratiquez ce sport). La technologie spatiale a également recours aux origami pour compacter les pièces volumineuses à l'intérieur de l'espace exigu du lanceur. Par exemple, essayez d'imaginer une façon d'envoyer dans l'espace la lentille géante du prochain télescope spatial, EyeGlass, possédant la taille d'un terrain de football, 40 fois plus grand que Hubble ! Des spécialistes de l'origami ont également mis au point le schéma de pliage d'implants cardiaques qui sont introduits dans le corps par des techniques peu invasives et pouvant être dépliés une fois mis en place.

A une tout autre échelle, des surfaces présentant des reliefs micrométriques peuvent conduire à des propriétés étonnantes, dont les plus connues sont l'adhésion réversible (utilisée pour la locomotion par certains animaux, voir l'article de P. Flammang de ce dossier), la manipulation de la lumière (surfaces photoniques), la superhydrophobie ou la réduction de la friction (les maillots avec une texture en « peau de requin » utilisés par les nouveaux champions de natation). Ces propriétés nous permettent d'envisager les applications du futur dans des domaines variés tels que l'énergie, l'écologie, le médical, la construction, ... et bien d'autres. Malheureusement, à l'heure actuelle, ces surfaces sont réalisées à l'aide de procédés issus de la micro-électronique, très coûteux et ne permettant pas la production de grandes surfaces.

Au Laboratoire InFluX[1], nous travaillons à la réalisation de pliages à une échelle microscopique, soit le dixième de l'épaisseur d'un cheveu, ce que l'on pourrait qualifier de micro-origami. Notre objectif est de permettre la fabrication de ces surfaces en relief grâce à des processus spontanés. L'idée est que le matériau s'organise de lui-même pour générer le design recherché sans devoir recourir à des techniques sophistiquées.

Les techniques de l'origami permettent de réaliser des objets remarquables de complexité, mais à une échelle macroscopique. En effet, leur réalisation nécessite de recourir aux services d'un plieur habile. Comment réaliser des origami à l'échelle du micromètre ? Nous avons choisi la voie des processus auto-organisés. Pour y arriver, nous avons utilisé une propriété intrinsèque des feuilles minces. Soumise à une force de compression, une membrane rigide va « flamber » en formant des plis hors de son plan pour éviter de se comprimer ce qui est très défavorable d'un point de vue énergétique. Vous pouvez réaliser cette expérience très facilement en essayant de comprimer, dans son plan, une feuille de papier posée à plat. Malheureusement, en réalisant ce flambage, la feuille se déforme en faisant un pli macroscopique. Pour ramener les dimensions dans le domaine micrométrique, nous avons simplement collé la feuille rigide sur une couche d'élastomère (un matériau mou pouvant facilement se déformer). Quand ce multicouche est comprimé par l'action d'une force externe parallèle à la surface, il est soumis à deux contraintes opposées: la feuille rigide veut faire les plis les plus grands possibles et l'élastomère veut limiter sa déformation en faisant les plis les plus petits possibles ! Comme dans la vie politique Belge, la situation évolue spontanément vers un compromis, les plis seront donc micrométriques, bingo ! En termes plus scientifiques, la longueur d'onde

« les créations en origami ont largement contribué à des applications dans des domaines aussi variés que l'automobile, le spatial ou le médical »

1 Nouvelle appellation du Laboratoire de Physico-Chimie des Polymères. Laboratoire faisant partie du centre de recherche CIRMAP.

Fig. 2. Vue des « métiers » en cartons pliés utilisés pour la réalisation des tissus plissés de la haute-couture (atelier Lognon, Paris).

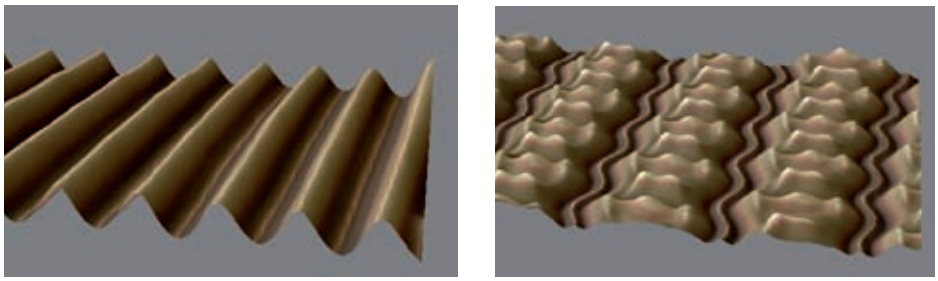


Fig. 3. Exemples de surfaces de polymère (polydimethylsiloxane) plissées par un effet de compression après une irradiation UV rigidifiant la surface de l'échantillon.

Fig. 4. Gouttes d'eau sur une feuille de Lotus sacré.

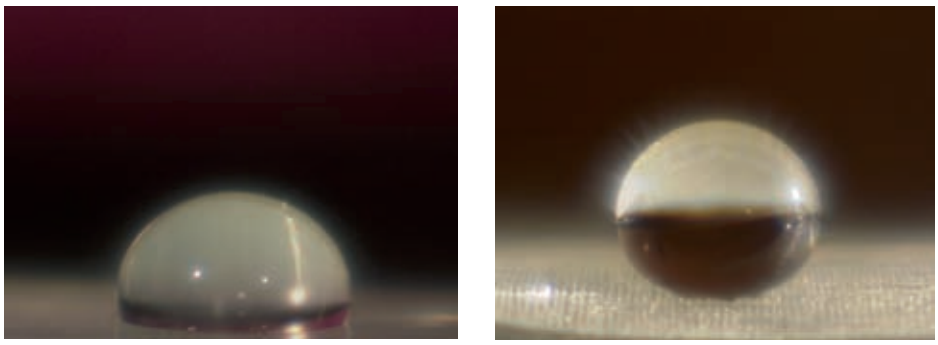


Fig. 5. Gouttes d'eau sur une surface de PDMS « lisse » et plissée. La goutte d'eau déposée sur une surface lisse (à gauche) adopte la conformation d'équilibre avec un angle de contact de l'ordre de 100°. Sur la surface plissée de PDMS (à droite), la goutte passe dans un état Fakir. Elle ne repose que sur les crêtes de la surface.

de l'instabilité va résulter de la minimisation de l'énergie totale du système, comprenant deux termes, l'énergie de courbure de la feuille rigide et l'énergie de déformation élastique de l'élastomère. A l'aide de cette méthode, des formes variées peuvent être obtenues en jouant sur l'orientation des forces externes appliquées (**Figure 3**).

Néanmoins, nous pouvons légitimement nous demander si ces surfaces sont réellement capables de rivaliser avec les surfaces modèles générées par des techniques autrement plus sophistiquées. Pour le démontrer, nous avons choisi de tester la superhydrophobie. Depuis quelques années, nous savons que de nombreuses feuilles de plantes possèdent la propriété assez étonnante de ne pas se laisser mouiller grâce à un relief micrométrique en cire. Sur ces feuilles, les gouttes d'eau roulent, rebondissent sur les piliers microscopiques en cire, sans jamais atteindre la surface d'où l'appellation gouttes « fakir » (**Figure 4**).

Pour reproduire ce comportement extraordinaire, nous devons fabriquer des surfaces avec des piliers en matière hydrophobes ce que nous avons réalisé grâce à nos surfaces micro-origami. En choisissant bien la nature du matériau multicouche utilisé et l'amplitude de la compression, nous avons obtenu des surfaces superhydrophobes équivalentes aux meilleurs échantillons connus. Sur certaines de nos surfaces, il est en effet impossible de déposer une goutte d'eau, celle-ci se comportant comme une bille de mercure roulant sur le sol (**Figure 5**).

« Finalement, nous n'avons rien inventé, il suffisait d'observer la Nature ! »

Les origami ont envahi le monde macroscopique tant par leurs qualités artistiques indéniables que par leur aptitude à résoudre de nombreux problèmes pratiques nécessitant le compactage en 2 ou 3 dimensions. Grâce à nos travaux de recherche, nous commençons à entrevoir les possibilités incroyables offertes par les techniques de l'origami appliquées au monde microscopique par l'intermédiaire des processus auto-organisés. En guise de conclusion, nous voudrions attirer votre attention sur l'utilisation de ces techniques de pliage par de nombreux organismes vivants. Pour en être convaincu, observez une feuille d'arbre émerger d'un bourgeon ou une aile de papillon se déployer par l'afflux de sang à la sortie de son cocon. Finalement, nous n'avons rien inventé, il suffisait d'observer la Nature !

Fig. 1. Exemple d'origami. un pliage conduisant à Pégase.

Ce travail a été réalisé avec le soutien du Fonds National de la Recherche Scientifique, FRS-FNRS, et du ministère de la recherche et des technologies de la Région Wallonne (projet Corronet).

Le futur des surfaces

» **Olivier VAN OVERSCHELDE, Damien DUVIVIER, Michel WAUTELET,** Service de Physique de la Matière condensée - Contact: michel.wautelet@umh.ac.be

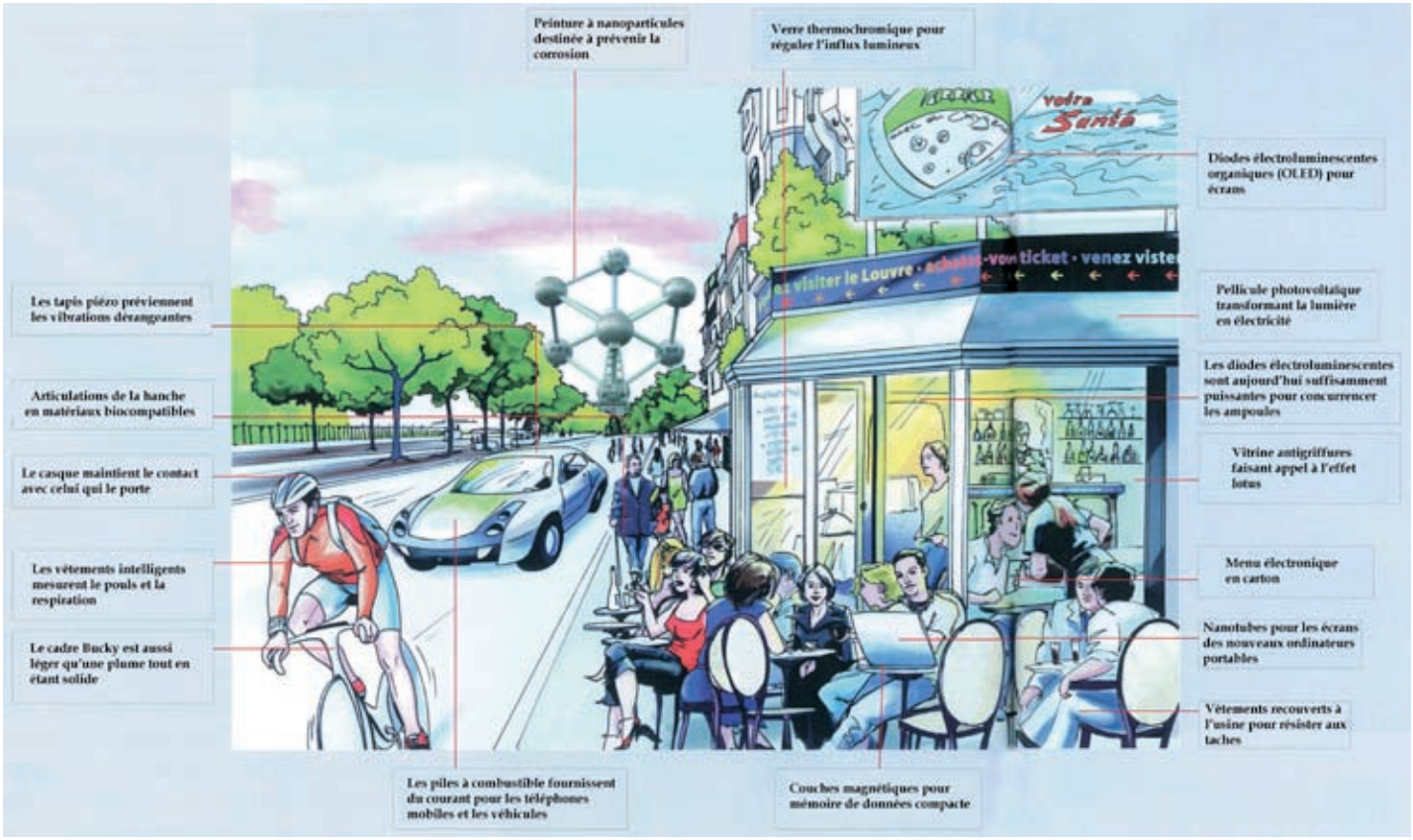


Fig. 1. Des surfaces aux propriétés nouvelles pour le quotidien de demain

Lorsque l'on se penche sur notre futur et sur les grands défis qu'il va bientôt falloir résoudre (changements climatiques, épuisement des ressources fossiles, pollution de l'air et de l'eau, agriculture, etc.), on s'aperçoit que la plupart d'entre eux possèdent des composantes scientifiques et techniques importantes. La solution de nombreux problèmes passe souvent par la mise au point de surfaces aux propriétés spécifiques.

Les surfaces jouent un rôle important dans le monde vivant et la technologie. Ainsi, les surfaces des matériaux sont l'endroit où les échanges avec l'environnement s'effectuent en premier : réactions chimiques, corrosion, mouillage. C'est à l'interface entre matériaux que l'adhésion et la friction se jouent. Notre corps lui-même est constitué de nombreuses surfaces et interfaces, où se font les échanges chimiques et énergétiques nécessaires à la vie. L'étude et la mise au point de surfaces et interfaces aux propriétés spécifiques est donc une des nombreuses clés de notre futur.

Entre le moment où un thème est étudié dans les laboratoires et sa mise sur le marché, il faut un délai de dix à trente ans. L'analyse des programmes de recherche actuels permet donc de deviner ce que seront les surfaces de demain. Les applications étant nombreuses, il ne s'agit pas, ici, d'être exhaustif. Quelques exemples de ce qui devrait bientôt apparaître sur le marché sont montrés sur la **figure 1.** Plusieurs sont traités dans les autres articles de ce numéro.

Une première catégorie concerne les nanoparticules. Leur taille est tellement petite que le nombre d'atomes à leur surface est comparable à ceux en profondeur. Il est à peine exagéré de dire que les nanoparticules sont principalement constituées de surfaces. Leur aire spécifique (aire par unité de masse) est considérable. Ainsi, une poudre d'un gramme de nanoparticules de carbone de 10 nm présente une aire de plus de 100 m^2 ! C'est le principe des masques à gaz. Certaines nanoparticules (TiO_2) ont la propriété de réagir photochimiquement avec des polluants de l'air (notamment les NO_x) et de les décomposer. Mélangées à des peintures, ces nanoparticules seront les composants essentiels de peintures antipollution. Une autre voie consiste à structurer des surfaces de matériaux céramiques ou métalliques, par des procédés chimiques ou physiques, comme par une irradiation par un faisceau laser, ainsi que réalisé dans le Service de Physique de la Matière condensée de l'UMH (**Figure 2**). Dans ce cas précis, on combine plusieurs effets : forte puissance pendant un temps très court pour un chauffage très rapide et localisé de la surface ; diffraction du faisceau laser pour une structuration spatiale précise.

Une autre catégorie importante de surfaces nouvelles inclut des revêtements durs. Des séquences choisies de films ultraminces de matériaux spécifiques résistent à des pressions locales intenses, comme lors de griffures par des ustensiles tranchants. On réalise ainsi des surfaces métalliques ou plastiques antigriffes.

De nouveaux textiles devraient aussi voire le jour. Pour les hôpitaux, des vêtements avec des fils aux propriétés antibactériennes sont en cours de développement. Des textiles intelligents, réagissant à la chaleur, à la lumière, à l'humidité sont aussi à l'étude.

Lorsque deux surfaces glissent l'une sur l'autre, les frottements jouent un rôle essentiel, comme dans des

moteurs. Réduire les frottements dans les moteurs est essentiel à leur fonctionnement, à leur durée de vie et à la pollution qu'ils engendrent. C'est pourquoi de nombreux travaux de recherche visent à la mise au point de nouvelles surfaces, de nouveaux lubrifiants.

Un autre domaine de travaux concerne les surfaces intelligentes. Par exemple, pour améliorer la pénétration dans l'air de trains à grande vitesse ou d'éoliennes (et, ainsi, diminuer leur bruit), l'écoulement de l'air doit être optimal. Ce qui se passe sur le millimètre proche de la surface est prépondérant. Pour améliorer les performances, une solution consiste, non à avoir une surface parfaitement lisse (comme on le croit intuitivement), mais une surface dont la structure est contrôlée. Autrement dit, une surface intelligente. De telles surfaces existent dans la nature, et forment la peau de certains poissons et mammifères marins, leur permettant d'atteindre de « grandes » vitesses. Une surface intelligente serait constituée d'une multitude de petites tuiles déformables selon les conditions extérieures. Deux voies principales sont possibles. Dans le premier cas, celui des matériaux intelligents, ces tuiles seraient constituées d'un matériau déformable automatiquement dans des conditions physiques bien précises, comme des alliages à mémoire de forme. Dans le second cas, celui des MEMS (micro-electro-mechanical systems) ou des NEMS (nano-EMS), des parties mécaniques mobiles seraient pilotées par un système électronique individuel et intégré. Outre l'aspect électronique, de multiples problèmes restent à résoudre, comme l'adhésion entre surfaces à de très courtes distances. Les aspects de physique fondamentale de l'attraction entre surfaces distantes de fractions de microns sont complexes et pas encore bien compris. En effet, les mécanismes fondamentaux sont du domaine de la mécanique quantique la plus moderne et font appel à de l'électrodynamique quantique (effet Casimir), dans lequel les fluctuations quantiques du vide interviennent.

Comme on s'en aperçoit sur ces quelques exemples, les surfaces jouent un rôle important dans la résolution pratique de grands problèmes de société (énergie, environnement, pollution, etc.). Même si leur rôle n'est pas évident (ni visible) pour le citoyen, de nouvelles surfaces apparaissent et apparaîtront d'ici quelques années. La contribution des scientifiques et ingénieurs des matériaux est essentielle. ■

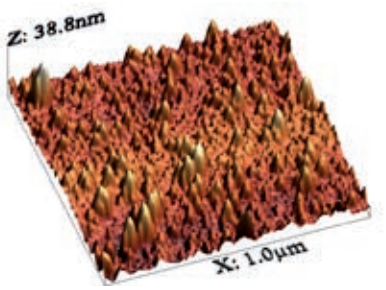


Fig. 2. Surface de TiO_2 microstructurée par irradiation laser (O. Van Overschelde et.al., SPMC)

LES SURFACES INTELLIGENTES

» **Joël DE CONINCK, David SEVENO, Michel VOUÉ,** Centre de Recherche en Modélisation Moléculaire (CRMM) - Contact: joel.de.coninck@crmm.umh.ac.be

Qui n'a pas rêvé d'avoir un matériau dont les propriétés peuvent être modifiées en pressant sur un bouton ? Ainsi, un vitrage pourrait devenir transparent ou opaque à volonté; un vêtement pourrait changer de couleur en fonction de l'illumination du soleil; la protection thermique d'un imperméable pourrait changer en fonction de la température extérieure...

C'est à ce type de problèmes que beaucoup de scientifiques du monde entier, dont ceux du CRMM, se consacrent très activement. En effet, les caractéristiques fonctionnelles d'un matériau sont largement déterminées par ses propriétés surfaciques ainsi que par les interactions entre ces surfaces et l'environnement. En conséquence, dans des domaines d'application aussi variés que le revêtement, la détergence, la lubrification, l'adhésion, la friction ou l'usure, l'optique, ..., les performances d'un matériau peuvent être modifiées en introduisant de fines couches surfaciques, même d'épaisseurs moléculaires.

Prenons un exemple simple. Considérons un morceau de verre comme une lamelle de microscope. Si vous nettoyez convenablement cette surface, vous verrez en y déposant une goutte d'eau que celle-ci s'étale presque complètement. On dit que l'eau aime bien le verre nettoyé ce qui favorise une grande aire de contact entre ces deux produits. Une autre façon de décrire cette propriété est de dire que l'angle de contact entre la goutte d'eau et cette surface est petit, de l'ordre de quelques degrés comme illustré sur la **figure 1** qui représente la goutte et son reflet sur la surface.

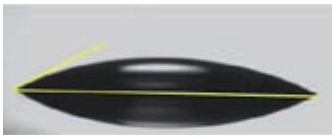


Fig.1. Angle de contact d'une goutte d'eau sur une lame de verre

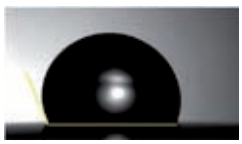


Fig.2. Angle de contact d'une goutte d'eau sur une lame de verre rendue hydrophobe par une couche mono-moléculaire

Par des procédés bien contrôlés au laboratoire, nous pouvons accrocher sur cette surface de verre une petite molécule qui elle, n'aime pas l'eau. Après avoir attaché ce tapis moléculaire, d'épaisseur donc d'un milliardième de mètre (1 nanomètre ou 10^{-9} mètre), refaisons l'expérience précédente. Déposons une goutte d'eau. On observe alors que l'angle de contact est proche de 110°, voir **figure 2.**

Ainsi, en ajoutant une couche d'un nanomètre d'une molécule qui n'aime pas l'eau sur une surface, on a changé la forme d'une goutte d'eau sur une hauteur de quelques mm, la conséquence est donc un million de fois plus grande que la cause !

Fig.3. Feuille de lotus

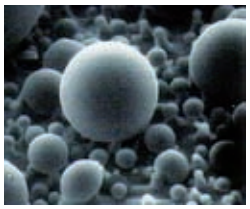


Fig.4. Surface superhydrophobe

Notre but au CRMM est de comprendre comment les caractéristiques interfaciales des matériaux influencent leurs propriétés et leurs performances, aussi bien *statiques que dynamiques*, et déterminent ainsi leurs valeurs technologiques et économiques. Pour ne citer qu'un exemple, une photo d'une feuille de lotus est donnée en **figure 3.** La surface de cette feuille est bien connue pour repousser des gouttelettes d'eau. Elle possède ce pouvoir *superhydrophobe* que nous pouvons reproduire au laboratoire avec des surfaces de polymères après un traitement approprié. Ceci est illustré en **figure 4,** où nous voyons des gouttelettes d'eau présentant un très grand angle de contact. Doté de tout l'arsenal de la chimie et de la physique des surfaces obtenu en combinant expériences, théorie et modélisation sur ordinateur – toutes ces techniques étant disponibles au laboratoire – nous sommes capables d'explorer beaucoup de voies pour contrôler le comportement complexe et les propriétés des matériaux pour concevoir et créer des *surfaces à la demande* anti-boue, anti-eau, auto-nettoyante, ….

Abordons à présent deux exemples très concrets de ces surfaces que nous avons rendues intelligentes.

Des verres intelligents

Prenons un double vitrage constitué de deux panneaux de verre entre lesquels on place un film de polymères de 20 millionièmes de mètre (20 microns) qui contient des cristaux liquides sur lequel le CRMM a travaillé dans une recherche internationale.

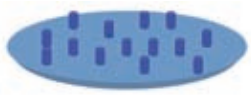
Ces films de très faible épaisseur sont en fait constitués de polymères et de microgouttelettes de cristaux liquides. Ils ont naturellement une apparence opaque. Ceci est dû à l'orientation aléatoire de la polarisation de chaque gouttelette qui disperse donc la lumière. En appliquant un champ électrique, on peut espérer orienter les polarisations de ces gouttelettes de cristaux liquides et rendre donc ce film transparent puisque la lumière ne va plus y diffuser. Les solutions actuelles nécessitent des champs importants, avec un voltage de l'ordre de 150 Volts, car les cristaux liquides interagissent avec les molécules de polymères au sein de ce film. Pour faciliter ces déplacements, et donc diminuer ce voltage, nous avons étudié ces interfaces cristaux liquides/polymères à l'échelle moléculaire et avons pu créer un film intelligent fonctionnant avec de bas voltages comme illustré sur les 2 photos ci-contre, dans l'état off et dans l'état on. Des brevets ont été déposés. Nous sommes aujourd'hui en train d'améliorer les procédés pour optimiser cette technologie.

Une technologie de biodétection wallonne

Un biodétecteur est un appareil permettant la reconnaissance et le dosage d'une molécule biologique dans une solution complexe comme le sang par exemple. Deux étapes fondamentales constituent ces machines, d'une part l'élément biochimique propre à la biologie des molécules (reconnaissance des anticorps pour leurs antigènes, …) et ensuite l'élément physique (transducteur) qui permet d'amplifier cette reconnaissance moléculaire et d'en faire un signal lisible.

Les besoins actuels en Santé humaine et animale, ainsi qu'en agro-alimentaire sont énormes. Les technologies en présence se différencient essentiellement par la physique du transducteur (électrique, optique, …).

Illustrons la construction d'un biosenseur par quelques schémas.
En premier lieu, il faut une surface que l'on prépare à recevoir les récepteurs biologiques en l'activant par des protocoles de nettoyage.



Ensuite, on y accroche les récepteurs en fonctionnalisant la surface pour la mettre en contact avec des solutions souvent complexes **(Fig. 5A).** Après rinçage, il reste alors quelques molécules sur la surface et le problème consiste alors à reconnaître si cette surface présente bien la molécule que l'on cherche comme par exemple une protéine caractéristique d'un cancer **(Fig. 5B).**

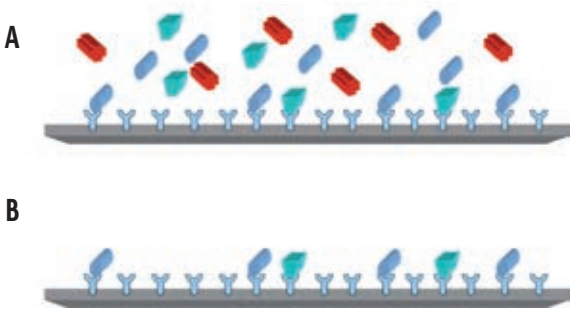


Fig.5. Principe d'un biosenseur.
A : Interaction anticorps/antigènes en milieu complexe,
B. Détection des interactions spécifiques après rinçage

A ce stade, plusieurs techniques peuvent être envisagées comme la mesure de l'accroissement d'épaisseur lorsque les molécules sont accrochées (cela suppose des outils capables de mesurer des épaisseurs moléculaires qui sont disponibles au CRMM), la variation de résistances électriques, …

Dans le cadre d'un projet interuniversitaire UMH-ULB-UCL soutenu par la Région Wallonne, nous avons développé de nouvelles techniques pour traiter à l'échelle du nanomètre des surfaces de germanium ou de silicium. Notre objectif était d'y accrocher des bras spécifiques permettant l'immobilisation des récepteurs. La détection des interactions des ligands avec leurs récepteurs immobilisés s'effectue par une technique optique portant sur l'infrarouge. Des dosages quantitatifs simultanés de ligands multiples non-marqués sont dès lors possibles en milieu complexe.

Les applications de cette technologie sont multiples et concernent entre autres la R&D et le contrôle de qualité dans l'industrie pharmaceutique et agro-alimentaire ainsi que la mise au point de kits de détection spécifique à usage de la biologie clinique. Cette technologie a des avantages indéniables sur celles ayant recourt à des détections purement massiques et ne permettant donc pas une identification de la nature chimique des ligands (test immunochimiques, fluorescence…). Le dosage en continu des antibiotiques dans le sang d'un patient, celui des toxines fongiques en pollution intérieure ou du facteur VIII d'hémocompatibilité dans le diagnostic de l'hémophilie A ne sont que quelques exemples parmi d'autres que nous avons traités … Des demandes de brevet ont été déposées aux noms des trois Universités et une nouvelle spin-off wallonne a été créée.

Aujourd'hui, les chercheurs du CRMM travaillent sur une quinzaine de grands projets souvent en collaboration avec des entreprises de pointe en Wallonie ou en Europe. Pour en savoir plus, consultez la page web du laboratoire (http://crmm.umh.ac.be). ■

Itinéraire d'un pauvre chercheur perdu dans les affres administratives

ou comment le Service de Valorisation de la Recherche de l'UMH peut vous aider

» **L'équipe du SVR, Pierre CORNUT, Sonia CAYEMITTES, Jean-Pierre CARPENTIER** - Contact: pierre.cornut@umh.ac.be

© Fotolia

Je m'appelle Ringo, mes potes me surnomment «star», mais j'ai l'habitude... Je suis chercheur à l'UMH: je donne des TP aux étudiants de chimie.

Aujourd'hui c'est lundi, et c'est dur: mon boss Georges m'a demandé de répondre à un appel d'offre pour trouver des financements pour une nouvelle recherche, je dois préparer une présentation pour un colloque la semaine prochaine, j'ai mes copies à corriger et bien sûr... ma thèse à finir! Pffff... Bon, je vais prendre un café dans le bureau de mon pote Paul, ça me remontera le moral ! Je lui explique ma semaine de fou qui commence. «Tu sais quoi?», me dit-il, «il paraît qu'il y a un service à l'administration de l'UMH qui peut t'aider dans tous ces trucs administratifs. Le SV-quelque chose, ou SRV, je sais plus, mais jette un œil sur le site, tu trouveras.»
Je reviens dans mon bureau, et reste quelques minutes en état de déprime léthargique face à la pile de TP de labo à corriger. Bon, désespéré comme je suis, je ne risque pas grand-chose à faire une brève recherche sur le site de mon alma mater adorée.

Voyons voyons... La recherche à l'UMH... Service de valorisation de la recherche, ça doit être ça. Qu'est-ce qu'ils disent...

Le SVR aide les chercheurs à différentes étapes de leurs projets

- **recherche d'appels d'offre**
- **montage et soumission de projets**
- **démarrage et suivi de projets**
- **valorisation de résultats**
- **protection de résultats**

Waouw! C'est exactement ce qu'il me faut. Je leur téléphone. Je tombe sur le chef de service, **Jean-Pierre Carpentier**. Comme quoi, tous les chefs ne sont pas toujours en mission dans les pays ensoleillés! Il m'explique: «pour le montage de projet, vous pouvez contacter **Pierre Cornut**, et pour la protection des résultats, mon autre collaboratrice, **Sonia Cayemittes** peut vous aider».

Bon, je commence par le plus urgent, le projet à soumettre. J'explique mon affaire à Pierre: «il paraît qu'il y a un appel d'offre dans mon domaine».
-C'est possible, me répond-il, vous êtes abonné aux **mailings du SVR**?
-Aux quoi?
-Aux listes de diffusion thématique du SVR, vous n'avez jamais entendu parler ? Je diffuse les **appels d'offre** en fonction de votre profil de recherche, que

vous définissez vous-même en cochant les thèmes de recherche qui vous intéressent.
-Ah, heuuu, non, je ne connais pas.
-Bon, allez vous inscrire à l'occasion: sur la page du service, vous avez un menu «les bons plans» et en dessous « listes de diffusion», tout est expliqué.
-Ca tombe bien je cherche un financement pour dans un an. Vous diffusez aussi ce genre de chose?
-Bien sûr, c'est notamment à ça que ça sert! Mais cela vaudrait la peine qu'on se rencontre un jour, pour que vous m'expliquiez vos recherches et que je puisse mieux vous aider.
En attendant, pour votre appel, laissez-moi un peu regarder ce que j'ai diffusé les dernières semaines… oui je crois que j'ai trouvé votre appel d'offre. C'est un appel Région wallonne, deadline dans 15 jours, ça va être court! Je vous envoie toutes les infos que j'ai, mais si vous avez encore des questions après avoir lu tout ça, je peux **contacter le bailleur de fonds pour vous**. Si vous avez besoin d'une **convention**, d'un **accord de partenariat**, ou de tout autre document de ce type, nous avons des modèles qui peuvent vous être utiles. Certains sont d'ailleurs disponibles sur notre **intranet**. Par ailleurs, je peux vous aider à **construire votre budget** et si vous le désirez, **relire votre projet** avant soumission et vous donner un avis de généraliste sur la forme et le fond. Votre projet sera évalué tant par des spécialistes que des généralistes, sachez-le.
-c'est merveilleux !
-N'oubliez pas que **tout projet de recherche doit être cautionné** par le Recteur avant soumission. Vous devez nous envoyer les documents au moins 3-4 jours avant la deadline pour que nous vérifions tout. Normalement, le règlement d'ordre intérieur prévoit 10 jours, mais dans les cas d'urgence, on essaie de réagir rapidement, quand c'est possible bien sûr.
-et si j'obtiens le financement ?
-Nous pouvons vous proposer des **conventions types**, ou vérifier et amender celle proposée par le bailleur de fonds ou le partenaire. N'oubliez pas que **seul le Recteur est habilité à signer des conventions**. Vous devez donc également passer par nous pour cette étape.
-et si mon projet est rejeté?
-on peut essayer de **décoder pourquoi le projet a été rejeté**, et prendre contact avec le bailleur de fonds pour mieux comprendre les causes. Cela vous permettra de resoumettre plus efficacement la prochaine fois.
-OK, je lis tout ça et vous recontacte dès que j'ai avancé, un grand merci pour tout.
-bon courage!
-oui, merci, ça va pas être facile à boucler dans les temps. En plus le jour de la deadline je dois présenter un super papier à un colloque à Paris.

Là, un silence, puis il me dit «ah, et vous allez présenter quoi?». Je lui explique que nous avons découvert la fonction d'un gène, jusque là inconnue, et que cela ouvre des perspectives fantastiques pour de nouvelles recherches. A nouveau silence… Il a l'air inquiet… «Vous avez pensé à **protéger votre invention**?», il me demande. «Ecoutez, c'est très important, je vous passe ma collègue Sonia Cayemittes qui s'occupe de la **Propriété intellectuelle**.»

Musique d'attente, et hop, me voilà en communication avec Sonia. Je lui explique le contenu de mon papier. Elle me demande tout de suite:
-vous avez déjà **divulgué l'information**?
-c'est-à-dire?
-vous avez publié, fait une présentation?
- Non pas pour l'instant mais je dois me rendre à un congrès dans 10 jours pour y présenter un poster, il ne devrait pas y avoir grand monde alors ça ne devrait pas être trop grave.

Sur ce, elle m'explique que je ne pourrais pas protéger mon invention si elle a déjà été divulguée, et m'informe qu'on peut établir des **accords de confidentialité** à faire signer par les personnes à qui je souhaite présenter mes résultats de recherche.

- Au fait je ne vois pas trop pourquoi je devrais protéger mon invention. Une publication c'est bien plus important pour moi. En plus je n'y comprends rien aux **brevets** !
- Pas de panique, je vais faire de mon mieux pour répondre à vos interrogations au sujet des brevets. On regardera ensemble si votre invention est brevetable et si elle présente un intérêt commercial.
- En fait, j'y pense, j'ai collaboré avec des chercheurs de l'Université de Dallas, dont mon ami John Renon, et c'est en partie grâce à eux que nous avons mis au point l'invention.
- Pas de soucis, on peut les contacter et élaborer avec eux une **convention de copropriété**.
- Oui, mais j'ai entendu dire que c'est hyper compliqué un brevet en plus ca coûte hyper cher. Qui va s'occuper de tout ça ?
- La encore ne vous inquiétez pas, la Région wallonne peut prendre en charge les frais de brevet et nous vous accompagnerons tout au long de la **procédure pour obtenir un brevet**. En plus, cela pourrait être un véritable jackpot pour vous !
- Ah bon ? ????
- Tout d'abord le brevet peut vous ouvrir les portes à de nouvelles collaborations. Les partenaires industriels affectionnent particulièrement les brevets. Si un industriel est intéressé par votre invention vous pourrez lui concéder une licence et en contrepartie il vous versera des **royalties** ! Money ! Money ! Là encore on peut vous aider à **négocier un accord de licence**. Notez cependant que cette potentielle rentrée financière est partagée en trois parts entre les inventeurs, votre service et l'université.
- Oui, mais moi ça ne m'intéresse pas, je ne vais quand même pas vendre mon invention à un industriel qui n'y comprend rien, je suis le seul à maitriser la technologie
- Alors pourquoi ne pas créer une **spin-off** ?
- Une quoi ?

Sur ce elle m'explique qu'une spin-off, c'est tout simplement une société issue de l'université. Là aussi ce désormais fameux SVR peut m'aider à la créer.

- Super ! Je suis sûr que mon invention a une super potentialité, je vais quand même devoir regarder ce qui a été publié récemment pour avoir de nouvelles idées de développement
- Avez-vous pensé à **rechercher des informations dans les bases de données brevet** ? Vous pourriez y trouver des super idées. Là encore, je pourrais vous aider……

Et c'est ainsi que Ringo put passer une bonne semaine malgré tout, bien remplie, certes, mais gérable, grâce au SVR. Bien entendu, nous ne sommes que trois, et nous ne pourrons probablement pas vous répondre aussi rapidement qu'au pauvre Ringo. Mais pour peu que vous vous y preniez à temps, vous pouvez compter sur nous pour tous les aspects cités dans cette petite histoire.

Concrètement:

1) En matière d'aide au montage de projet, le SVR a notamment aidé ces derniers mois au sein des facultés de sciences et de médecine & pharmacie:

- *6 labos ayant soumis des propositions au 7ème programme-cadre européen. Le taux de réussite pour le thème NMP (nano, matériaux et procédés de production) s'est révélé le meilleur des universités de la Communauté Française.*
- *6 labos ayant soumis au FEDER Convergence (ex phasing out), en matériaux et en biomédical: budget total €6 Millions pour la période 2008-2013*
- *Une dizaine de labos ayant soumis aux différents appels de la Région wallonne*

2) Ces derniers mois, en matière de Propriété intellectuelle:

- cinq nouvelles demandes de brevet ont été déposées avec l'aide du SVR
- pour ces cinq demandes, le SVR a aidé les chercheurs à monter des dossiers pour la prise en charge des frais de brevet et à négocier des accords avec les différents partenaires.
- Une société a été créée dans le domaine biotech, et une seconde société est en cours de création.
-Deux nouvelles licences ont été concédées.

Vous trouverez tous les détails ainsi que nos coordonnées sur notre site:
www.umh.ac.be/valorisation.html

Un gène toxique trouvé dans les poubelles !

» **Alexandra BELAYEW**- Contact: alexandra.belayew@umh.ac.be

Bien sûr, on en a déjà beaucoup parlé, mais la découverte de la cause d'une maladie génétique à l'UMH, ça vaut bien encore quelques lignes! Cette maladie fait partie des dystrophies musculaires héréditaires qui sont caractérisées par une dégénérescence irréversible plus ou moins rapide de certains muscles.

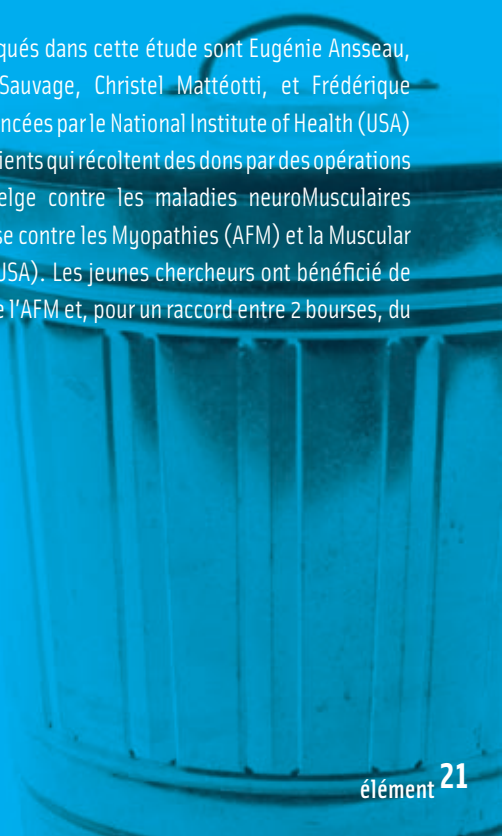
La dystrophie étudiée par le groupe du Professeur Alexandra Belayew (Faculté de Médecine et de Pharmacie) est la troisième plus fréquente chez l'homme après les maladies de Duchenne et de Steinert, et elle affecte un individu sur 20.000. Le nom compliqué de la maladie (dystrophie facio-scapulo-humérale ou FSHD) reflète la manière dont elle progresse : elle atteint d'abord les muscles de la face (incapacité à sourire et à fermer les yeux en dormant), ensuite des épaules (scapulo) et puis des membres (humérale). Les premiers symptômes de la FSHD apparaissent en général vers l'âge de 20 ans, et évoluent plus ou moins lentement d'un patient à l'autre, 20% devant utiliser une chaise roulante vers l'âge de 45 ans. C'est une maladie génétique transmise selon un mode dominant, c'est-à-dire que, statistiquement, chaque patient transmettra la maladie à la moitié de ses enfants. Il n'existe pas de médicament actuellement et, pour en développer, il faut d'abord comprendre ce qui cause la maladie.

Le défaut génétique associé à la FSHD est connu depuis 15 ans mais le gène impliqué n'était pas encore identifié avec certitude. Le mécanisme génétique est très complexe et concerne des éléments répétés, des sortes de bégaiements d'ADN, considérés comme sans fonction et appelés ADN « poubelle ». Une série d'éléments répétés de ce type se trouve sur le chromosome 4, et c'est justement à cet endroit que les patients ont perdu un petit morceau de chromosome : le résultat c'est une réduction de la série d'éléments répétés et une activation des gènes voisins. De manière simplifiée, un gène c'est une recette pour fabriquer une protéine. Il y a 10 ans, l'équipe d'A. Belayew, alors à la KULeuven, a proposé l'existence d'un gène nommé DUX4 dans chaque élément répété de cet ADN « poubelle », et qui serait activé chez les patients. Son équipe de l'UMH, co-dirigée avec le Dr. Frédérique Coppée, vient enfin de montrer que le gène DUX4 était actif dans les muscles de patients et pas chez les individus sains. Il a fallu pour cela développer des outils très sensibles, car la protéine DUX4 est très peu abondante (collaboration avec le groupe du Prof. Oberdan Leo à l'ULB, Gosselies), et avoir accès à des biopsies et des cellules de muscles de patients (collaboration avec le Dr. Dalila Laoudj-Chenivesse à l'Université de Montpellier et le Prof. Denise Figlewicz à l'Université du Michigan, Ann Arbor, USA).

D'autre part, des chercheurs dirigés par le Dr. Yi Wen Chen au Children's National Medical Center (Washington, DC, USA) recherchaient par des analyses sur biopuces quels étaient les gènes activés dans les muscles de patients atteints de FSHD par rapport à 11 autres maladies neuromusculaires et à des personnes non malades. Ils ont identifié un gène nommé PITX1 qui est activé spécifiquement de 10 à 15 fois dans les muscles FSHD, et même dans des muscles qui ne sont pas encore atteints, ce qui indique qu'il s'agit d'un évènement précoce dans le développement de la maladie. La protéine PITX1 est un facteur qui active des gènes impliqués dans l'atrophie musculaire. Dans ce processus naturel, les fibres musculaires fondent, par digestion des protéines qu'elles contiennent, notamment quand le muscle est inactif suite à la pose d'un plâtre lors d'une fracture osseuse. Une activation continue, à de hauts niveaux, du gène PITX1 pourrait bien expliquer la « fonte » irréversible des muscles des patients.

Cependant comment lier l'activation du gène PITX1, qui est situé sur le chromosome 5, au défaut génétique de la FSHD qui affecte l'ADN poubelle du chromosome 4 ? L'équipe du Prof. A. Belayew a alors fait l'hypothèse que le gène DUX4 produisait une protéine qui activait le gène PITX1. C'est ce qui vient d'être démontré en collaboration avec le groupe du Dr. Y.W. Chen. En conclusion, ces études proposent un mécanisme moléculaire original pour la FSHD et ouvrent une piste pour des approches thérapeutiques visant à bloquer les gènes DUX4 et PITX1.

Les chercheurs de l'UMH impliqués dans cette étude sont Eugénie Ansseau, Alexandra Tassin, Sébastien Sauvage, Christel Mattéotti, et Frédérique Coppée. Ces études ont été financées par le National Institute of Health (USA) et plusieurs associations de patients qui récoltent des dons par des opérations « Téléthon » : l'Association Belge contre les maladies neuroMusculaires (ABMM), l'Association Française contre les Myopathies (AFM) et la Muscular Dystrophy Association (MDA, USA). Les jeunes chercheurs ont bénéficié de bourses du FRIA, de l'ABMM, de l'AFM et, pour un raccord entre 2 bourses, du Fonds Franeau (UMH). ■



Les sciences à la sauce bolognaise...

» **Didier VILLERS** - contact: didier.villers@umh.ac.be

En septembre prochain, la faculté des sciences de l'UMH organisera pour la première fois une cinquième année d'étude, la seconde du nouveau cycle de Master. A partir de cette année, le processus de Bologne sera abouti sur le plan quantitatif et tout laisse présager que nous atteindrons alors la barre des 700 étudiants inscrits en Faculté des Sciences. Est-ce le seul changement notable ? Non, bien entendu, car depuis la rentrée de septembre 2004, chaque année apporte son lot de nouveautés, et ce n'est pas fini ! Pour mieux comprendre tout cela, retournons 10 ans plus tôt, au moment où en ont été définis les objectifs prioritaires.

En 1998, 4 ministres européens ayant la responsabilité de l'enseignement supérieur se réunissaient à la Sorbonne et insistaient sur *la nécessité de créer un espace européen de l'enseignement supérieur (EEES), comme moyen privilégié pour encourager la mobilité des citoyens, favoriser leur intégration sur le marché du travail européen et promouvoir le développement global de notre continent*. De nombreux pays européens se sont alors joints volontairement à cette volonté de coopération, et les ministres de l'éducation de 29 pays, réunis à Bologne, signaient le 19 juin 1999 une déclaration commune. D'autres conférences ont suivi (Prague 2001, Berlin 2003, Bergen 2005, Londres 2007) et 45 pays sont actuellement parties prenantes du processus dont voici les objectifs principaux pour 2010.

Mettre en place une structure facilement compréhensible et comparable, en 3 cycles. Le premier niveau de ce système de diplômes s'étale partout sur trois années, permettant d'obtenir le grade de bachelier, soit à vocation professionalisante (enseignement supérieur de type court), soit pour accéder au deuxième cycle (à l'université ou dans l'enseignement supérieur de type long), via les masters. Ceux-ci se réalisent en deux ans, mais quelques pays (dont la Belgique), prévoient la possibilité d'en obtenir une version courte en une seule année. Les masters sont tous destinés à permettre l'accession au marché du travail, dans des secteurs éventuellement ciblés. Dans cette optique, nos masters se déclinent en 3 finalités : (i) approfondie, préparant aux métiers de la recherche; (ii) didactique, pour former des enseignants; ou (iii) spécialisée, ciblant les entreprises privées ou publiques. Les «bacs» et «maîtrises» sont considérés comme les deux cycles essentiels, majoritaires, mais sont néanmoins complétés par le troisième cycle, conduisant au titre de docteur après une période d'étude de 3 ou 4 années. Notons que les dernières déclarations de Bergen (2005) et Londres (2007) insistent sur *l'importance de la recherche et de la formation à la recherche pour maintenir et améliorer la qualité de l'EEES*, ainsi que sur la nécessité de *renforcer l'offre du troisième cycle et améliorer le statut, les perspectives de carrière et les aides pour les jeunes chercheurs*.

Utiliser un système uniforme de crédits transférables. Le système déjà en place des ECTS ou European Credit Transfert System permet d'exprimer la quantité de travail requis par chaque cours durant une année (le volume annuel de 60 ECTS représentant une charge totale de 1440 heures). Ce système est complété par l'**instauration du supplément au diplôme** pour rendre ce dernier plus lisible et comparable et par conséquent **faciliter la reconnaissance internationale des diplômes et qualifications**. Ce supplément décrira la nature, le niveau, le contexte, le contenu et le statut des études accomplies par le titulaire du diplôme auquel il est lié. Ces mesures contribueront aussi à **promouvoir la mobilité des étudiants**, à assurer un accès plus aisé au marché du travail en Europe, et à renforcer la compatibilité, la cohérence, l'attractivité et la compétitivité de l'EEES.

Parmi les objectifs qui doivent encore être développés, on trouve l'**instauration d'un système d'assurance de la qualité**, ainsi que la **reconnaissance des diplômes et des périodes d'études**.

La transposition de ce cadre général commun sur le plan national s'effectue de manière volontaire et quelque peu différente dans les différents pays, compte tenu notamment de l'organisation de leurs anciennes structures. En communauté française de Belgique, le processus de Bologne a pris les traits d'une véritable réforme en profondeur résultant du décret du 31 mars 2004 *définissant l'enseignement supérieur, favorisant son intégration à l'espace européen de l'enseignement supérieur et refinançant les universités*. Ce texte de référence de près de 200 articles met notre enseignement universitaire à l'heure de Bologne, notamment en ce qui concerne la durée des études, le système des crédits ECTS, ... mais il remodèle aussi le paysage par la création des académies, les incitations à fusion entre institutions, la notion d'habilitation à délivrer des cursus. Il ne remet cependant pas en cause les grands équilibres entre réseaux, ni l'existence d'un enseignement supérieur partagé entre universités et hautes écoles.

Examinons quelques nouveautés !

Depuis les années soixante, l'accès à l'enseignement supérieur s'est généralisé et démocratisé. Cette «massification» a rendu encore plus inacceptable le taux d'échec important des étudiants s'y présentant pour la première fois. Les textes légaux intègrent à présent la notion d'aide à la réussite de ces étudiants de première génération, et ont prévu à cet effet des mesures concrètes telles qu'un financement spécifique et une unification des efforts par des «Centres de Didactique Supérieure» instaurés dans chacunes des

académies. Au sein de notre faculté, ces éléments en faveur des nouveaux étudiants ne sont qu'un aspect d'une «nouvelle culture» qui vise à intégrer de nouveaux concepts et méthodes issus de la pédagogie universitaire. Citons par exemple les nombreux travaux personnels, stages et projets incorporés dans les nouveaux programmes de cours, l'apprentissage de l'anglais, l'e-learning, ..., ainsi que la participation active des étudiants aux décisions facultaires.

Au niveau du second cycle des masters, la réforme de Bologne se marque par le découpage suivant les 3 finalités déjà mentionnées. Des orientations ou options permettent de mettre en évidence des spécificités au sein des différentes disciplines. La section chimie, par exemple, propose deux axes qui s'identifient bien aux principales activités de recherche de ses services : la chimie et l'ingénierie des matériaux, et la chimie organique instrumentale et appliquée. D'anciens diplômes de second cycle ont disparu (DEA, DEC, DES), mais des nouveaux titres sont en projet, tels que des masters complémentaires, des certificats de formation, la plupart du temps co-organisés au sein de l'académie Wallonie Bruxelles.

La réforme est-elle achevée : NON ! Des chantiers demeurent en cours, et d'autres seront bientôt ouverts. Citons le cas des 3ème cycles, pour lesquels les écoles doctorales thématiques commencent leurs activités. Les doctorants font l'objet de toutes les attentions, puisque leurs comités d'accompagnement auront à préciser le contenu individualisé de leur formation doctorale, et qu'une standardisation minimale devra être définie. Nous devrons aussi nous atteler à une tâche récurrente consistant en l'évaluation interne et externe de nos cursus. C'est une activité à laquelle nos différentes sections se sont déjà pliées, mais qu'il faudra répéter régulièrement, en suivant des règles qui doivent encore être définies ...

Les années qui viennent solliciterons donc toujours nos qualités d'adaptation, d'inventivité, d'organisation. Gageons que nous passerons encore ces étapes sans réelles difficultés, au bénéfice de la qualité de notre enseignement universitaire. Espérons aussi que nos dirigeants comprendront que tous ces efforts ne peuvent se faire au détriment de nos activités de recherche, et que la nécessité d'un refinancement des universités est plus que jamais cruciale pour garantir à long terme notre positionnement sur la scène internationale, sous peine de rater complètement cette réforme dont l'ambition est précisément notre intégration à l'échelle européenne. ■

L'ENCADREMENT DES ÉTUDIANTS DE PREMIÈRE ANNÉE À LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UMH

» **Stéphanie BRIDOUX**
contact : stephanie.bridoux@umh.ac.be

Lutte contre l'échec, encadrement, promotion de la réussite, remédiation,... autant d'expressions que les étudiants ayant côtoyés le monde universitaire au 20ème siècle n'ont probablement jamais entendues. Aujourd'hui, elles sont pourtant au cœur des préoccupations de la plupart des enseignants de première année. Il est vrai que cette aide dont on parle beaucoup depuis quelques années pose des questions. Pourquoi faut-il aider les étudiants qui démarrent des études supérieures ? Comment les aide-t-on ? Est-ce efficace ? Ce texte vise à fournir quelques éléments de réponse à chaque question.
Les étudiants dont il est question ici sont inscrits à la Faculté des Sciences de l'Université de Mons-Hainaut dans les sections mathématique, physique, informatique et chimie. Ces étudiants sont encadrés pendant toute leur première année pour les cours de mathématique. Il est tout d'abord important de préciser qu'il s'agit d'un public plutôt homogène puisque près de 80% de ces étudiants proviennent d'une section « math forte » de l'enseignement secondaire. Leur profil présente donc une certaine cohérence pour démarrer des études scientifiques. Pour mieux cerner notre public, un test est organisé le jour de la rentrée. Les questions posées portent sur des notions mathématiques du secondaire supérieur que nous jugeons essentielles pour démarrer les cours d'une première année universitaire. Seuls 45% des étudiants obtiennent une note supérieure ou égale à 12 sur 20. Les étudiants réussissent bien les exercices qui portent sur des connaissances isolées mais ils rencontrent des difficultés lorsque les exercices nécessitent de juxtaposer plusieurs connaissances en même temps. D'autre part, des difficultés importantes sont repérées dans la manipulation de la langue française. Nous ne cherchons pas à polémiquer sur les causes de cette situation qui ne sont d'ailleurs pas toujours évidentes à identifier.
À l'Université de Mons-Hainaut, des dispositifs d'aide aux étudiants ont été développés pour faciliter la transition entre l'enseignement secondaire et l'université. À la Faculté des Sciences, notre stratégie est de nous appuyer sur les acquis des étudiants pour qu'ils atteignent le niveau d'exigence des études universitaires. Ainsi, un cours de mathématiques générales a été mis en place dans chaque section. Dans ce cours, nous tentons d'une part de remettre les étudiants au même niveau mathématique en reprenant les principales notions du secondaire supérieur et d'autre part de les amener à acquérir de nouvelles compétences telles que leur capacité à développer un raisonnement mathématique ou encore la production de phrases pour expliciter leur démarche. Comme les besoins varient en fonction des sections, un cours spécifique de 30 heures est organisé pour la section chimie alors que les sections mathématique, physique et informatique sont réunies pour un cours de 45 heures. Ces deux cours sont organisés pendant les six premières semaines de l'année académique. Au delà de l'aspect matière, un accent important est également mis sur l'aspect rédactionnel. Le contrat est tel que nous ne nous contentons pas des calculs. Pour que leur production soit acceptée, les étudiants doivent expliquer leur démarche et expliciter les différentes étapes qui mènent à la solution des exercices.

Pour aider les étudiants à acquérir de la régularité dans leur travail, une interrogation portant sur ces cours est organisée chaque lundi matin. La matière à revoir pour chaque test est l'ensemble du cours. Les copies des étudiants sont mises à leur disposition dans un local pour qu'ils puissent prendre connaissance de leurs erreurs et s'améliorer pour le test suivant (ces tests sont disponibles à l'adresse : http: //math.umh.ac.be/an/mathelem.php). Un examen dispensatoire est organisé en novembre.
Ces cours de transition mathématique occupent un volume horaire important au cours des six premières semaines. Le début de certains cours est d'ailleurs reporté en novembre. Dans le contexte de cette transition entre l'enseignement secondaire et l'université, les cours organisés pendant les six premières semaines démarrent à un niveau de base et la cadence s'accélère au fil des semaines. En section chimie par exemple, un cours d'introduction universitaire à la physique et à la chimie est organisé.
À partir du mois de novembre, chaque lundi matin est libéré de cours. Des séances de remédiation sont organisées par une assistante pédagogique. Elles sont facultatives mais l'intégration de ces séances dans l'horaire des cours incite les étudiants à y assister. Le taux de participation est de l'ordre de 75% des étudiants. Le déroulement de ces séances est fonction des difficultés des étudiants par rapport à la matière enseignée. Il peut donc s'agir de donner des explications complémentaires sur un sujet précis, de réaliser une synthèse du cours en collaboration avec les étudiants ou encore de résoudre des exercices supplémentaires.
En conclusion, les étudiants qui entrent à la Faculté des Sciences de l'Université de Mons-Hainaut bénéficient d'un encadrement spécifique durant leur première année. Les actions menées sont complètement intégrées à l'horaire des cours, y compris les activités facultatives. La Faculté des Sciences a décidé de consacrer les moyens humains nécessaires pour faciliter la transition entre l'enseignement secondaire et l'université en dédiant un poste pédagogique à l'encadrement des étudiants de première année. Cet encadrement contribue au maintien de notre taux de réussite en fin de première année. Les activités mises en place incitent les étudiants à s'investir tout au long de l'année et la gradation dans les activités (obligatoires puis facultatives) permet finalement aux étudiants de s'adapter aux exigences des études universitaires et d'acquérir les compétences que requiert ce type d'études. ■

UNE AUTRE PÉDAGOGIE AVEC MOODLE

» **Tom MENS, service de génie logiciel** - Contact: tom.mens@umh.ac.be

A l'UMH, les enseignants de la Faculté des Sciences et de la Faculté de Médecine utilisent une plateforme d'enseignement à distance (http://e-learning.umh.ac.be) appelée Moodle (http://moodle.com). Cette plateforme permet aux enseignants, non seulement de mettre le contenu de leurs cours à disposition de leurs étudiants, mais également de créer un environnement complet d'apprentissage en ligne. A l'heure actuelle, Moodle est utilisé dans de nombreux cours qui couvrent des domaines aussi divers que la biologie, la chimie, la zoologie, la physique, l'informatique, les mathématiques, la pharmacologie, l'anatomie, la biochimie,...
La plateforme d'enseignement à distance et de travail collaboratif Moodle est issue du monde Open Source. Son utilisation est gratuite et son développement est l'œuvre d'une communauté d'informaticiens. Moodle permet la mise en œuvre d'une pédagogie interactive. Elle peut être utilisée comme interface de formation à distance mais également comme complément à une formation classique. Dans ce cas, différents types de contenus viennent souvent complémenter le syllabus de cours; il peut s'agir de textes, photos, présentations, animations ou encore de liens vers des sites Web.

Les activités pédagogiques offertes aux enseignants sont nombreuses : sondages, tests, devoirs, forums. Les étudiants ont la possibilité d'interagir avec leurs professeurs et également entre eux, comme ils le font sur les sites de messagerie instantanée. Ils peuvent s'exercer, s'évaluer, recevoir des conseils, et consulter leurs résultats.

Ces Pierres tombées du Ciel... dans la piscine!

» **Francesco LO BUE** - contact : francesco.lobue@umh.ac.be

Le Printemps des Sciences 2008 aura vu atterrir à l'UMH bon nombre de pierres tombées du ciel : une occasion rêvée pour réhabiliter l'ancienne piscine de l'Université.

Vue d'ensemble de la piscine après les travaux : le Planétarium de l'Université repose aux grandes profondeurs ; les météorites sont installées dans la zone des plongeoirs.

Mai 2007, réunion stratégique au Carré des Sciences de l'UMH. C'est décidé : l'Université, son Cercle d'Astronomie Olympus Mons, l'asbl La Malogne et la FPMs vont, ensemble, mettre sur pied une exposition tous publics gravitant autour d'un thème fascinant, celui des « pierres tombées du Ciel », les météorites ; le vernissage est prévu à l'occasion du Printemps des Sciences 2008.

L'idée est séduisante, car le sujet se situe au carrefour de nombre de disciplines scientifiques ! Le choix de l'année 2008 pour cette exposition n'est pas innocent : voici cent ans, en Sibérie orientale, une explosion prodigieuse ébranlait le ciel, abattant des millions d'arbres et incendiant les forêts ; la déflagration a été perçue dans un rayon de 1 500 km ... ! On a évoqué l'impact d'un petit astéroïde ou d'une comète, voire la rencontre avec un trou noir ou l'explosion d'un vaisseau extraterrestre ! Une exposition en 2008 sur le thème des météorites tombe donc à point nommé !

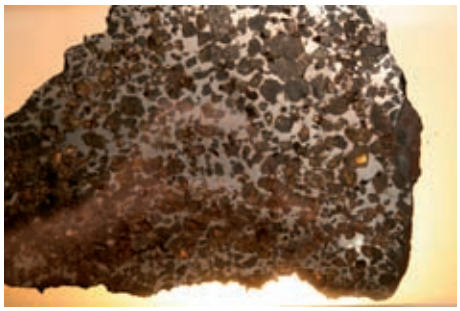
Restait à trouver un lieu pour accueillir l'événement ... C'est le moment de ranimer un rêve un peu fou, qui hante nos esprits depuis quelques années : pourquoi ne pas transformer l'ancienne piscine universitaire en un très original lieu d'exposition et d'échange ? Le moment était venu ... de se jeter à l'eau. Notre Administrateur donne son feu vert : le grand chantier de l'exposition Météorites est lancé !

La piscine

Les travaux d'aménagement de la piscine s'avèrent relativement importants : il faut sécuriser les bords, nettoyer le complexe de fond en comble, repeindre l'énorme bac, installer une moquette de près de 400 m², réparer le chauffage et l'éclairage, installer des prises de courant – qui ne sont pas légion dans une piscine ! –, confectionner et installer des tentures, construire une galerie obscure pour y installer et valoriser au mieux les précieuses pierres ... La tâche se révèle bien plus complexe et ardue que nous ne l'avions imaginée ! Heureusement, les services techniques et logistiques de l'Université accourent à notre secours ! Je ne remercierai jamais assez les équipes d'Émile Bachy et d'Alain Olligschlaeger qui, en un temps record et avec un remarquable professionnalisme, ont gagné le pari de la reconversion de la piscine : merci à Stéphane, Luc, André, Jean-Marc, Karl, et Luigi ... Merci également à Freddy Decot du service de sécurité et à l'équipe de nettoyage de Françoise Kesteman ! Et, ***last but not least***, merci à notre Administrateur, Dany Vince, qui a dès le début soutenu ce projet original : sans lui, rien n'aurait été possible.

L'une des pierres les plus précieuses exposées à l'ancienne piscine : la plus grosse météorite carbonée jamais trouvée en Afrique ! Elle renferme des dizaines d'acides aminés.

Au centre de l'image, la météorite Ndrali, trouvée au Tchad.



Tranche d'une météorite de type Pallasite : cet objet étonnant, composé à la fois de métal et de roche, est issu d'une protoplanète détruite, préalablement différenciée.

Au centre de la photo, l'un des témoins oculaires de la chute de la Météorite du Hainaut nous raconte l'extraordinaire phénomène auquel il a assisté alors qu'il n'avait que six ans.

L'exposition

L'exposition a replacé l'étude des météorites dans leur contexte historique. L'idée que des cailloux puissent tomber du ciel ne s'est pas imposée facilement au cours des siècles : on a longtemps considéré les météorites comme des pierres projetées par des volcans en éruption, des concrétions engendrées par la foudre… ou encore des pierres apparaissant spontanément dans l'atmosphère !

L'exposition s'est attachée à montrer à quel point ces visiteuses célestes sont étroitement liées à la formation de notre Système solaire et de notre planète, à quel point aussi elles sont, aujourd'hui encore, au cœur de passionnants débats et polémiques concernant l'apparition de la Vie … ! Les météorites constituent également une clé pour comprendre bien des paysages, terrestres ou extraterrestres, tels que le ***Meteor Crater*** en Arizona, la région de Rochechouart en France, ou encore les mers et cratères lunaires et les cratères martiens …

Mais le clou de l'exposition ***Ces pierres tombées du Ciel*** aura sans contexte été la présentation au public d'échantillons de toute beauté provenant de la collection personnelle du grand collectionneur belge Vincent Jacques. Nous avons ainsi eu la chance d'héberger, entre autres, trois des quatre météorites belges connues à ce jour, quelques fragments de la météorite d'Orgueil – l'un des rares échantillons de comète connus –, deux fragments de pierres issues de la planète Mars, et même une météorite carbonée renfermant des acides aminés …

Le succès de l'exposition a dépassé toutes nos espérances : près de 1 150 élèves, dont une majorité d'étudiants de la fin du secondaire, l'ont découverte ! Les visites, guidées, duraient environ 1 h 30 … voire plus de deux heures pour certains groupes enthousiastes !

La RTBF nous a fait l'honneur d'un direct TV dans le cadre de l'émission « Au Quotidien » : l'équipe au légendaire ton décalé a pris possession de la piscine pendant toute une après-midi et un début de soirée… Le matériel installé alors par les équipes techniques a un moment fait ressembler notre Centre Vésale à un centre de télécommunication spatiale !

Les activités parallèles

Plusieurs conférences étaient organisées dans le cadre de l'exposition. La première, accessible à tous, a été présentée par Vincent Jacques, notre complice collectionneur, qui s'est révélé être un orateur captivant. Une surprise de taille nous attendait ce soir-là : à la question – volontairement provocatrice - du conférencier « quelqu'un parmi-vous a-t-il déjà vu tomber une pierre du ciel ? », l'un de nos fidèles, Maurice Dieu, répond par l'affirmative ! Il nous explique avoir assisté, à l'âge de six ans, alors qu'il partait souper chez des amis avec ses parents, à la célèbre chute de la Météorite du Hainaut, tombée en 1934… météorite ô combien célèbre, qui constituait l'un des clous de notre exposition !

Les deux autres conférences ont été présentées par un personnage étonnant, Richard Hoover, scientifique de renom de la NASA, venu tout droit des États-Unis pour l'occasion ; c'est l'un des spécialistes mondiaux des météorites carbonées, et il défend une thèse assez révolutionnaire : d'après lui, les fossiles de bactéries présents dans certaines météorites comme celle d'Orgueil ou de Murchison sont d'origine extraterrestre – vraisemblablement cométaire –, et ne sont pas liées à une contamination terrestre des échantillons ! Inutile de dire que la polémique fait rage … Ces trois conférences ont attiré au total près de 300 personnes.

Dans le cadre de l'exposition, le Cercle d'Astronomie de l'Université a également invité le public à participer à deux soirées originales, combinant une visite de l'exposition avec de spectaculaires observations, à l'oculaire de puissants télescopes, des cratères d'impact à la surface de la Lune ! On pouvait ainsi à la fois admirer de véritables météorites et observer l'effet de leur chute sur un autre monde … Des visites grand public ont également été organisées certains samedis après-midi ; près de 300 visiteurs supplémentaires ont ainsi découvert l'expo.

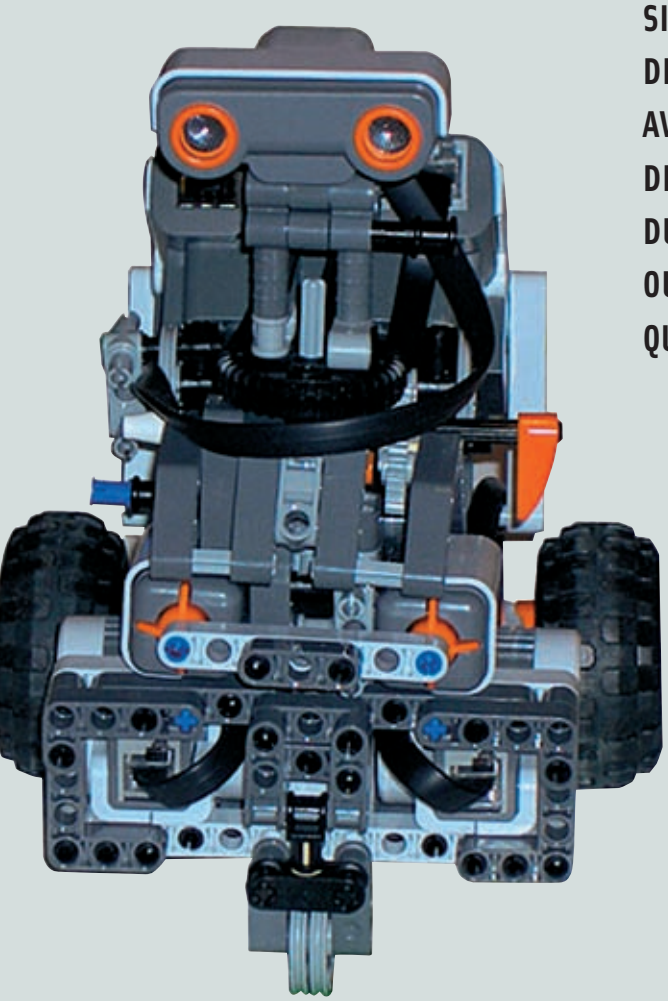
Au total, l'exposition « Ces Pierres tombées du Ciel » aura donc attiré près de 1 800 personnes, tous publics confondus ! Ce beau succès confirme une fois de plus l'importance du développement de synergies entre les forces vives de notre région : malgré notre petite taille, nous pouvons nous lancer dans des projets ambitieux si nous les abordons ensemble ! Et compte tenu des nombreuses demandes qui nous d'ores et déjà été soumises, il y a fort à parier qu'il pleuvra à nouveau des pierres célestes à l'UMH dans un avenir plus ou moins proche !

Pour terminer, j'aimerais remercier ici la très dynamique équipe de l'asbl La Malogne, animée par le bouillonnant géologue Thierry Mortier, l'un des initiateurs de ce projet « Météorites ». Merci bien entendu à Vincent Jacques, grand collectionneur de météorites devant l'Éternel, à Jean-Marc Baele, géologue à la FPMs, à Christian Muller de l'Institut d'Aéronomie spatiale, à Philippe Léonard de l'Expérimentarium de l'ULB ; sans oublier José et Carlo du service offset de l'UMH, qui ont encore démontré leur remarquable savoir-faire en se chargeant de l'impression de la brochure de l'exposition !

« Ces Pierres tombées du Ciel » aura sans conteste été une bien belle aventure … Et en prime, l'Université dispose désormais d'une bien belle salle d'exposition ; ce ne sont pas les idées pour la faire vivre qui manquent … en espérant que le Ciel ne nous tombe pas sur la tête ! ■

Quand les mathématiciens construisent des robots...

» **Interview réalisée par Christophe GRUMIAUX** - contact: math@umh.ac.be



SI VOUS AVEZ EU L'OCCASION DE TRAVERSER LE COULOIR DE L'INSTITUT DE MATHÉMATIQUES ENTRE SEPTEMBRE 2007 ET MARS 2008, VOUS AVEZ SUREMENT RENCONTRÉ TROIS ÉTUDIANTS DE PREMIÈRE ANNÉE DE MASTER [1] EN SCIENCES MATHÉMATIQUES (JULIE DE PRIL, MARC DUCOBU ET DANY MASLOWSKI) DERRIÈRE UN ÉCRAN D'ORDINATEUR OU CONSTRUISANT DES ROBOTS.
QUE FAISAIENT-ILS EXACTEMENT ?

Sous la direction du Professeur Troestler, ces étudiants ont partiellement mis de côté, l'espace de quelques mois, leurs cours théoriques afin de réaliser un projet concret de robotique. L'idée était simple mais non moins ambitieuse : comment créer des robots "intelligents" capable de sortir seul d'un labyrinthe ou de résoudre le Rubik's cube, ce casse-tête sur lequel nous avons tous séché au moins une fois ? Cerise sur le gateau, ils ont eu l'occasion de présenter leur projet à des étudiants du secondaire lors de la "Journée Math Sciences" et l'ont exposé également à l'hôtel de ville de Mons. Interview des étudiants...

Quand, comment et pourquoi ce projet est-il né ?

"Le projet s'inscrit dans le cadre des projets intégrés que les étudiants de première master doivent réaliser. Dès le début de l'année académique, le Professeur Troestler a proposé un sujet de robotique. Pour mener à bien ce projet, il avait besoin de trois étudiants. Vu le caractère assez "fun" du projet et la bonne entente entre nous trois, nous n'avons pas hésité longtemps à nous proposer. L'envie d'apprendre de nouveaux langages et styles de programmation ainsi que mettre en pratique les connaissances mathématiques théoriques acquises durant les trois années de bachelier[2] étaient des motivations supplémentaires. "

Combien de temps cela vous a-t-il pris ?

"Nous n'avons pas compté. Il ne valait mieux pas d'ailleurs (rire)!!! Au début, nous ne savions pas trop à quoi nous attendre, ni même où nous allions et ce que nous demanderions à terme au robot. Après un premier temps d'adaptation (bien légitime du reste), l'apprentissage des bases de la robotique nous prenait une moyenne de 8 heures de travail par semaine. Ensuite, vers la fin du projet, les différents objectifs se rapprochant, nous passions quasiment la totalité de notre temps à développer les codes et construire les différents robots. "

Parlons des deux projets proprement dits. Comment sont construits les robots ?

"Il s'agit de Lego Mindstorms. C'est un projet de Lego basé sur une brique intelligente programmable. En plus des briques Legos traditionnelles, nous avons un processeur pour traiter nos programmes, une mémoire interne et nous pouvons utiliser différents senseurs (contact, lumière, rotation,...)"

En trois phrases, comment le projet "Labyrinthe" marche-t-il ?

"Mécaniquement parlant, le robot est composé de senseurs capables d'évaluer la distance et les nuances de gris. Lorsqu'il arrive à une intersection, il détecte la présence de murs ou non et analyse les différents chemins possibles. Si une des possibilités n'a pas été suivie précédemment (le robot retient en mémoire les différentes coordonnées par lesquelles il est déjà passé et les différents choix qu'il a pris), il la suit. Sinon, il se dirige vers le carrefour (intersection avec direction accessible non explorée) le plus proche. Le labyrinthe étant inconnu à priori, il n'est pas capable de connaître son chemin à l'avance mais, à terme, il finira par explorer tous les chemins et trouver la sortie (ou constater qu'il n'y en a pas). "

Sur quoi se base l'algorithme ?

"En fait, il s'agit de programmation événementielle[3] et de programmation récursive permettant de repérer le carrefour le plus proche. "

Et pour le Rubik's cube ?

"Mécaniquement parlant, le robot est doté d'une pince et d'un socle rotatif capable de tourner chaque face du cube. Comme il y a six faces et trois rotations possibles par face, le robot a 18 possibilités qui s'offrent à lui. Après avoir introduit la configuration de départ, le robot définit les différents mouvements à effectuer afin d'arriver au cube final. Il connait donc la stratégie globale avant d'effectuer son premier mouvement."

Sur quoi se base l'algorithme ?

"En deux mots, on utilise la théorie des groupes étudiée en première année de bachelier et la programmation récursive de nouveau. Un algorithme récursif nous permet de calculer les différents coups à effectuer. Bien sûr, le nombre de possibilités étant énorme (notons que le nombre de configurations de départ est connu et estimé à 43.10^{18}), nous ne pouvons vérifier l'ensemble. Nous devons donc faire preuve de stratégies supplémentaires. Pour cela, nous nous aidons de différents travaux existants et de tables précalculées permettant d'évaluer préalablement en combien de mouvements il est possible de trouver le cube final."

Vous avez parlé plusieurs fois de programmation récursive. De quoi s'agit-il ?

"Il s'agit d'une façon de programmer où la fonction s'appelle elle-même. Le principe est en quelque sorte basé sur celui des preuves par récurrence. Si je connais l'étape de base d'un problème et comment on peut passer d'une étape à la suivante, je connais l'entiereté du problème. Le meilleur moyen de comprendre est de considérer un exemple : le calcul de la factorielle n! = 1 x 2 x 3 ... x N est un cas typique.

```
factorielle(n)
        {
                si n =1, factorielle(n)=1;
                sinon factorielle(n)=factorielle(n-1)*n;
        }
```

Quelles ont été les principales difficultés rencontrées ?

"Les contraintes additionnelles liées au matériel. Une fois l'algorithme implémenté, il reste encore beaucoup de problèmes techniques à résoudre. C'est un peu comme lorsque que l'on construit une maison où une fois le gros oeuvre terminé, il reste tout l'intérieur à aménager. Pour le labyrinthe, il fallait définir correctement à quel moment se produirait le freinage en fonction de la vitesse du robot, gérer la vitesse des roues au moment des virages, tenir compte du jeu dans les roues dentées (afin d'obtenir des mouvements précis),... Pour le Rubik's cube, pas mal de problèmes de gestion de mémoire liés à la taille des différentes tables utilisées étaient à résoudre, ainsi que des problèmes de précision dans la rotation du cube."

Vous avez présenté votre projet lors de la "Journée Math Sciences" organisée à l'UMH le jeudi 13 Mars et à l'hôtel de ville de Mons le Samedi 15 et Dimanche 16 Mars. Que proposiez-vous exactement ?

"Après quelques mots d'explication, nous avons proposé au public de tester le robot. Ainsi, nous avons construit un labyrinthe à murs variables de quatre mètres carrés (le robot peut s'adapter à la taille des labyrinthes mais il fallait bien en fixer une). Nous tenons d'ailleurs à remercier l'équipe technique d'Emile Bachy pour leur aide et matériel. Le public avait la possibilité de créer environ 15.10^{23} labyrinthes différents et d'observer en combien de temps le robot trouvait la sortie ou se rendait compte qu'elle était inexistante.

Pour le Rubik's cube, nous avons organisé un concours de vitesse entre le public et le robot."
Les étudiants sont trop modestes pour l'avouer mais nul doute que le robot gagnait la majorité du temps...

Quelle a été la réaction du public ?

"Positive. Ils avaient l'air assez impressionnés que le robot puisse s'auto-gérer pour résoudre les problèmes proposés."

Et la vôtre ?

"Un sentiment de fierté. C'est agréable, après de longues heures de travail et parfois de doutes, de pouvoir présenter son travail."

Si c'était à refaire ? Conseilleriez-vous l'expérience à la future génération ?

"Sans aucun doute, oui. D'ailleurs, nous ne savons pas encore vraiment comment, mais cela serait chouette que le travail puisse continuer dans les années à venir avec de futurs étudiants." ■

1 quatrième année d'étude sur les cinq constituant le cycle complet

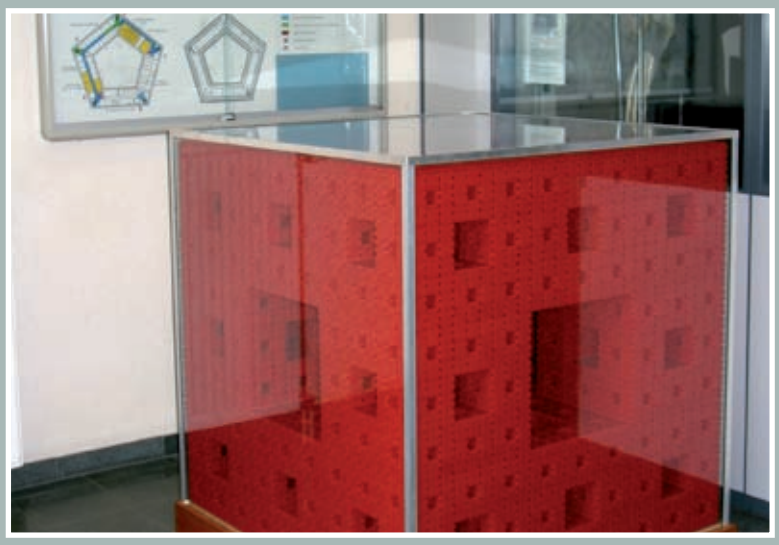
2 trois premières années du cursus

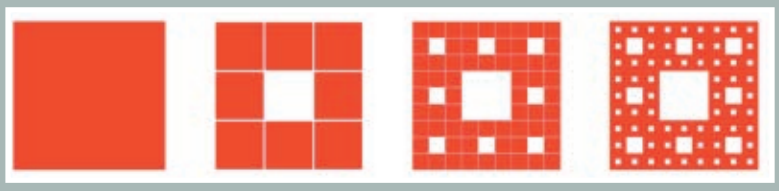
3 définition des tâches que le robot doit effectuer suivant la configuration du moment (j'accélère, je freine, je tourne la tête et je prends une décision sur la prochaine destination,...)

VARIA

Les fractales: Art ou Science?

Si vous visitez la Faculté des Sciences de l'UMH, vous vous demanderez sans doute quel est cet étrange objet d'art à l'entrée du bâtiment « le Pentagone » (voir photo). Il s'agit d'une structure fractale géante en trois dimensions. L'éponge de Menger (d'après le mathématicien autrichien Karl Menger qui a décrit cette fractale en 1926 pour la première fois) a été conçue à partir du jeu de construction « Clics » par l'Institut d'Informatique lors du Printemps des Sciences 2007.
Une fractale est une structure présentant une autosimilitude plus ou moins marquée : certains motifs se retrouvent à plusieurs endroits et ce, quelle que soit l'échelle. On retrouve les fractales dans de nombreuses applications pratiques en informatique (compression d'images, génération de paysages virtuels), en biologie (simulation de la croissance des plantes), en physique (météorologie), mais aussi en chimie et en économie.
Les fractales sont très utiles pour visualiser et expliquer les processus répétitifs fréquemment utilisés dans les preuves mathématiques et dans les programmes informatiques. La figure ci-contre montre comment un tel processus peut mener à une structure fractale.





EVENEMENTS

Grid@Mons

Le Service des Systèmes Distribués de l'UMH, en collaboration avec le service Informatique de la FPMs, a lancé en mai 2007 la première conférence Grid@Mons (http://grid.umh.ac.be) sur le thème des systèmes informatiques distribués à grande échelle et les grilles informatiques. L'idée centrale derrière cette technologie est de construire des superordinateurs virtuels plus puissants que n'importe quel superordinateur réel.

Les conférences Grid@Mons en 2007 et 2008 ont connu un réel succès avec une centaine de participants, parmi lesquels des grandes entreprises du secteur (IBM, Sun Microsystems, HP, Microsoft) et des participants de chacune des Universités de la communauté française de Belgique.

Nous espérons, à travers cet événement montois, promouvoir des collaborations de recherche entre des institutions universitaires, des hautes écoles, des organisations gouvernementales et des entreprises concernées par les grilles informatiques, secteur en pleine expansion dans le domaine des nouvelles technologies de l'information et des télécommunications (TIC). Par ailleurs, nous espérons que Grid@Mons permettra de mettre en présence des spécialistes internationaux et d'initier un centre de compétence dans notre région du Hainaut.

Training Workshop on Model theory and Applications

Le service de logique mathématique est l'organisateur principal de l'atelier Training Workshop on Model theory and Applications qui s'est déroulé à La Roche-en-Ardenne en avril 2008. Il s'agit d'une rencontre du réseau européen MODNET qui a rassemblé de nombreux chercheurs en théorie des modèles dont plus de 30 doctorants et postdoctorants.

Evol@Mons

Le Service de Génie Logiciel de l'UMH s'occupe de l'enseignement et de la recherche dans la thématique du développement et de l'évolution des systèmes logiciels. Plusieurs études menées ont démontré que, au sein des entreprises, le coût et l'effort pour maintenir ou faire évoluer un système logiciel existant sont nettement plus élevés que pour le développement de nouveaux systèmes informatiques.

En février 2008, dans le cadre de l'école doctorale GRASCOMP en région wallonne, le séminaire international Evol@Mons a été organisé en collaboration avec l'USTL (France). Avec une quarantaine de participants, ce séminaire a connu un grand succès. Quatre experts scientifiques étrangers (de France, des Pays-Bas, d'Allemagne et de Suisse) ont présenté leurs derniers travaux de recherche en évolution logicielle.

IRON PROJECT MEETING

En août 2007, le service d'Astrophysique et de Spectroscopie de la Faculté des Sciences a organisé à l'UMH un workshop international intitulé « Iron Project Meeting on New Directions in Atomic Data Production for Fusion and Astrophysical Plasmas ». Celui-ci a réuni une vingtaine de physiciens et d'astrophysiciens belges, allemands, français, anglais, américains et vénézuéliens parmi lesquels des chercheurs de la NASA et des experts du programme international pour la fusion ITER.

PUBLICATIONS : ARTICLES

En 2007, les chercheurs de la Faculté des Sciences et de Médecine ont publié plus de 250 articles dans des revues scientifiques internationales. Voici quelques publications importantes récentes, classifiées par section.

FACULTÉ DES SCIENCES

INFORMATIQUE :

Analysing Refactoring Dependencies Using Graph Transformation. T Mens, G Taentzer, O Runge, Software and Systems Modeling 6(3): 269-285 (2007)

On the Consistent Rewriting of Conjunctive Queries Under Primary Key Constraints. J Wijsen, Proc. 11th Int'l Symp. Database Programming Languages, Lecture Notes in Computer Science 4797: 112-126 (2007)

On the Optimal Reachability Problem of Weighted Timed Automata. P Bouyer, T Brihaye, V Bruyère, J Raskin, Formal Methods in System Design, Vol. 31, pp. 135-175 (2007)

EPDKS: An efficient proximity-based distributed k-ary structured overlay network, L. Onana Alima, S. Beauport, Proc. Int'l Conf. Parallel and Distributed Computing Systems, pp. 472-477 (2007)

CHIMIE :

CH-p interactions as the driving force for silicone-based nanocomposites with exceptional rheological and thermal properties. A Beigbeder, M Linares, M Devalckenaere, Ph Degée, M Claes, D Beljonne, R Lazzaroni, Ph Dubois, Advanced Materials 20: 1003-1007 (2008)

Trypanocidal Activity of Piperazine-linked Bisbenzamidines and Bisbenzamidoximes, an Orally Active Prodrug. T.L. Huang, C.J. Bacchi, N.R. Kode, Q. Zhang, G. Wang, N. Yartlet, D. Rattendi, I. Londono, L. Mazumder, J.J. Vanden Eynde, A. Mayence, I.O. Donkor., Int'l J. Antimicrob. Agents 30: 555-561 (2007)

Slippery or Sticky Boundary Conditions: Control of Wrinkling in Metal-Capped Thin Polymer Films by Selective Adhesion to Substrates. H. Vandeparre, J. Léopoldès, C. Poulard, S. Desprez, G. Derue, C. Gay, P. Damman, Physical Review Letters 99 (2007)

Functionalization of carbon nanotubes by atomic nitrogen formed in a microwave plasma Ar + N_2 and subsequent poly(e-caprolactone) grafting. B. Ruelle, S. Peeterbroeck, R. Gouttebaron, T. Godefroid, F. Monteverde, J.-P. Dauchot, M. Alexandre, M. Hecq, Ph. Dubois, J. Materials Chemistry 17: 157-159 (2007)

BIOLOGIE :

Biology of a «babysitting» symbiosis in brittle stars: analysis of the interactions between Ophiomastix venosa and Ophiocoma scolopendrina. D Fourgon, M Jangoux, I Eeckhaut, Invertebrate Biology 126(4): 385-395 (2007)

RAPID : Research on automated plankton identification. MC Benfield, Ph Grosjean, Ph Culverhouse, X Irigoien, ME Sieracki, A Lopez-Urrutia, HG Dam, Q Hu, C Davis, A Hansen, CH Pilskaln, EM Riseman, H Schultz, PE Utgoff, G Gorsky, Oceanography 20(2): 172-187 (2007)

Antigen discovery: a postgenomic approach to paratuberculosis diagnosis. B Leroy, V Roupie, I Noël-Georis, V Rosseels, K Walravens, M Govaerts, K Huygen, R Wattiez, Proteomics 7(7): 1164-1176 (2007)

The oldest fossil of a melittid bee (Hymenoptera: Apiformes) from the early Eocene of Oise (France). D Michez, A Nel, JJ Menier, P Rasmont, Zoological Journal of the Linnean Society 150: 701-709 (2007)

DUX4, a candidate gene of facioscapulohumeral muscular dystrophy, encodes a transcriptional activator of PITX1. M Dixit, E Ansseau, A Tassin, S Winokur, R Shi, H Qian, S Sauvage, C Mattéotti, AM van Acker, O Leo, D Figlewicz, M Barro, D Laoudj-Chenivesse, A Belayew, F Coppée, YW Chen, Proc Natl Acad Sci USA 104:18157-62 (2007)

MATHÉMATIQUE :

Words and bisimulations of dynamical systems. T Brihaye, Discrete Mathematics and Theoretical Computer Science 9(2): 11-31 (2007)

Asymptotics and symmetries of least energy nodal solutions of Lane-Emden problems with slow growth. D Bonheure, V Bouchez, C Grumiau, J Van Schaftingen, Communications in Contemporary Mathematics (2008)

Hrushovski (Université de Jerusalem), F Point. On von Neumann regular rings with an automorphism. Journal of Algebra 315: 76-120 (2007)

Frequently hypercyclic operators and vectors. K Grosse-Erdmann, A Bonilla, Ergodic Theory Dynam. Systems 27: 383-404 (2007)
On Stegall's smooth variational principle. F. Marián, C. Finet, Nonlinear Analysis 66(3): 565-570 (2007)

PHYSIQUE :

Spacelike Singularities and Hidden Symmetries of Gravity. M Henneaux, D Persson, P Spindel, Living Reviews in Relativity (2007)

Excited flux tube from qqg hybrid mesons, F Buisseret, C Semay, V Mathieu, B Silvestre-Brac, Eur. Phys. J. A, 32: 123-126 (2007)

Inclusion of electric octupole contributions explains the fast radiative decays of two metastable states in Ar+, P Lundin, J Gurell, L-O Norlin, P Royen, S Mannervik, P Palmeri, P Quinet, V Fivet, E Biémont, Physical Review Letters 99 (2007)

Black strings with negative cosmological constant: Inclusion of electric charge and rotation. Y Brihaye, E Radu, C Stelea, Class. Quant. Grav. 24: 4839-4870 (2007)

Nanoparticulate origin of intrinsic residual stress in thin films, G Guisbiers, O Van Overschelde, M Wautelet, Acta Materialia, Vol. 55, pp. 3541-3546 (2007)

FACULTÉ DE MÉDECINE

Molecular imaging of alpha v beta 3 integrin expression in atherosclerotic plaques with a mimetic of RGD peptide grafted to Gd-DTPA. C. Burtea, S. Laurent, O. Murariu, D. Rattat, G. Toubeau, A. Verbruggen, D. Vansthertem, L. Vander Elst, R.N. Muller, Cardiovascular Research 78(1): 148-157 (2008)

Scale-free dynamics of the synchronization between sleep EEG power bands and the high frequency component of heart rate variability in normal men and patients with sleep apnea-hypopnea syndrome. M. Dumont, F. Jurysta, J-P. Lanquart, A. Noseda, Ph. van de Borne, P. Linkowski, Clin Neurophysiol. 118 (2007) 2752-2764.

High Level of Galectin-1 Expression Is a Negative Prognostic Predictor of Recurrence in Laryngeal Squamous Cell Carcinomas. Saussez S, Lorfevre F, Cucu D, Decaesteker C, Chevalier D, Kaltner H, Andre S, Wacrenier A, Toubeau G, Gabius Hj, Kiss R. . International Journal of Oncology, 30, 1109-1117, 2007.

PUBLICATIONS : LIVRES

C. Semay et B. Silvestre-Brac. Introduction au calcul tensoriel: Applications à la physique, Editions Dunod, 252 p. (2007)

Cet ouvrage est un manuel de calcul tensoriel qui s'adresse avant tout aux étudiants n'ayant encore aucune notion de la théorie.

Extrait de couverture : Les scalaires et les vecteurs ne peuvent pas représenter toutes les grandeurs physiques ; c'est pourquoi de nouvelles entités mathématiques ont été développées : les tenseurs. Le calcul tensoriel, qui manipule ces grandeurs, est employé, entre autres, en mécanique, en théorie des déformations, en relativité restreinte et générale, ainsi qu'en électromagnétisme. De nombreux exercices d'application sont proposés avec leurs solutions.

T. Mens, S. Demeyer (Eds.). Software Evolution, Springer, Heidelberg (Allemagne), 347 p. (2008)

Cet ouvrage publié par Springer présente l'état de l'art de la recherche en évolution logicielle, un thématique de recherche dans le domaine du génie logiciel. Cet ouvrage est le résultat d'une collaboration interuniversitaire dans le cadre d'un groupe de travail international présidé par le Service de Génie Logiciel de l'UMH. Des chercheurs renommés venant de plusieurs pays d'Europe ont contribué à l'écriture de chapitres de ce livre avec leurs derniers résultats de recherche.

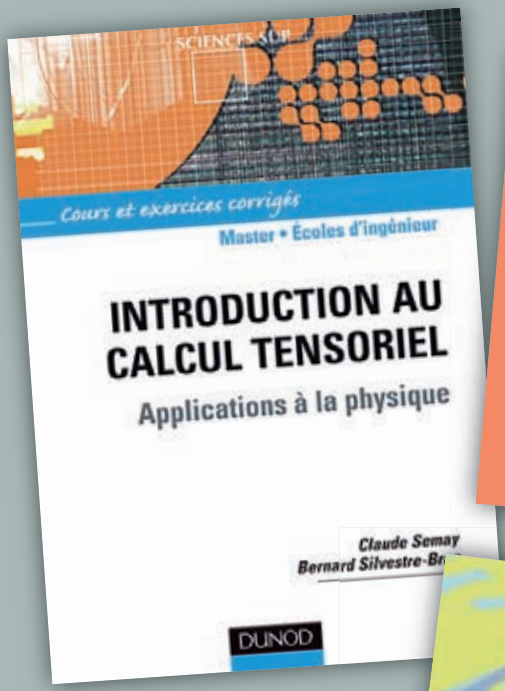
M. Terzo, P. Rasmont. Abeilles sauvages, bourdons et autres insectes pollinisateurs. Les Livrets de l'Agriculture, 14, DGA, Ministère de la Région Wallonne, Namur, 64 pp. (2007)

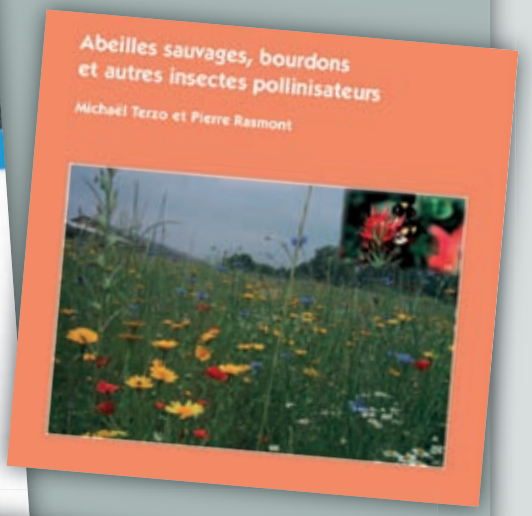
É. Biémont (Traducteur). La thèse de Feynman: Une nouvelle approche de la théorie quantique, Pearson Education, Paris (France), 118 p. (2007)

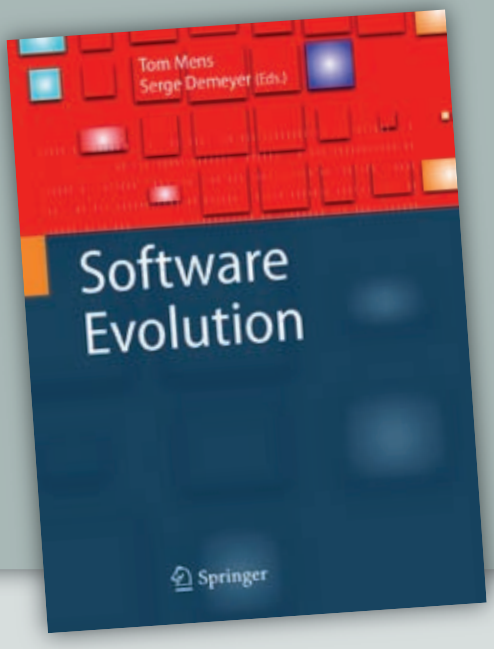
Cet ouvrage présente les résultats des premières recherches de Richard Feynman, le prix Nobel de physique de 1965, qui constituent le coeur de son fantastique travail en physique théorique et mécanique quantique.

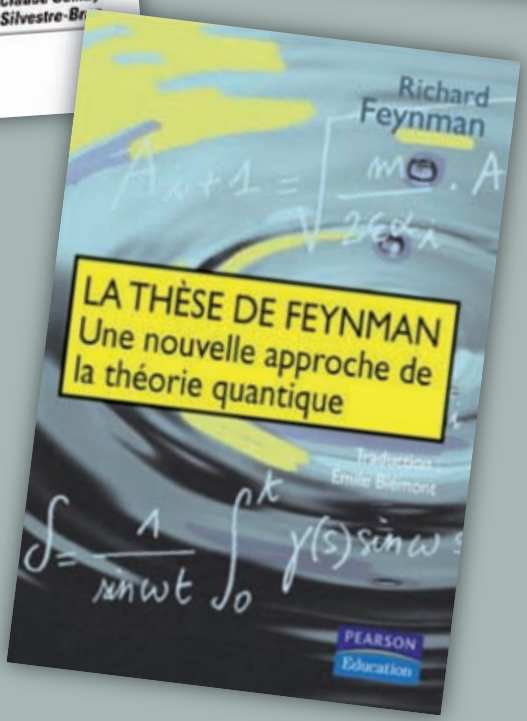
K. Bertrams, É. Biémont, G. Van Pamel, B. Van Tiggelen (Eds.). En faveur de la science: Pour une histoire de la politique scientifique en Europe (XIX - XXe siècles), Mémoires de la Classe des Sciences de l'Académie Royale de Belgique, Collection in-8°, 3e série, Tome XXVI, 226 p. (2007)

Cet ouvrage s'adresse à toute personne intéressée par la genèse et les développements de la politique scientifique en Europe de manière générale et en Belgique en particulier. Les contributions réunies dans ce volume balisent un champ qui demeure largement en friche dans l'historiographie belge et internationale, celui de la genèse et de la consolidation d'une politique scientifique nationale.







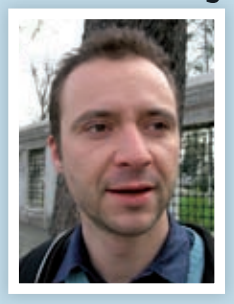


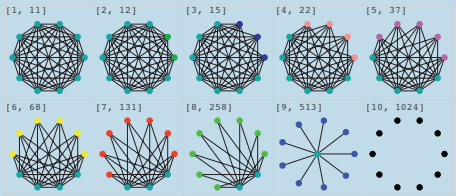
NEWS : PRIX ET PROJETS

Prix :

Fin décembre 2007, le département de Protéomie et de Biochimie des protéines s'est vu décerné par Elsevier a « Top Cited Article 2002-2007 Award » pour l'article « Database of bronchoalveolar lavage fluid proteins » par I. Noël-Georis, A. Bernard, P. Falmagne and R. Wattiez, dans la revue Journal of Chromatography B, Vol. 771, 221-236, 2002

Prix IBM Belgium d'Informatique





Le prix «IBM Belgium d'Informatique / F.R.S.-FNRS», décerné chaque année, récompense la meilleure thèse de doctorat apportant une contribution originale aux Sciences de l'Informatique ou à ses applications.
En novembre 2007, ce prix a été attribué à Hadrien Mélot, docteur en Sciences de l'UMH. Sa thèse de doctorat, intitulée «On Automated and Computer Aided Conjectures in Graph Theory», a été effectuée sous la direction de V. Bruyère (UMH) et P. Hansen (HEC Montréal), dans le domaine de la théorie des graphes. Cette discipline - aux frontières de l'Informatique et des Mathématiques - trouve de nombreuses applications dans divers domaines comme les réseaux, la chimie, la logistique, la planification d'horaires, l'ordonnancement des tâches,...
Le problème étudié dans la thèse est le suivant. Comment l'ordinateur peut-il aider le chercheur en théorie des graphes ? Quelles méthodes, interactives ou automatiques, permettent de suggérer et/ou de prouver des nouveaux résultats théoriques sur les graphes ? H. Mélot a développé une nouvelle approche s'appuyant sur des arguments géométriques, et a conçu un nouveau système informatique mis à la disposition des chercheurs (www.graphedron.net). Grâce à ce système, il a pu obtenir de nouveaux résultats théoriques, dont la résolution d'un problème ouvert depuis 1962.

Prix Adolphe Wetrems

Le 15 décembre 2007, Denis Michez a reçu le prix Adolphe Wetrems (Académie royale des Sciences de Belgique) qui récompense des découvertes importantes dans le domaine des Sciences naturelles.

Baudouin Elleboudt ICT Awards

Les «Baudouin Elleboudt ICT Awards» récompensent les meilleurs mémoires de fin d'études des étudiants en informatique et télécommunication diplômés des universités et hautes écoles belges. En 2007, Alexandre Pozniak, diplômé de l'UMH, a été l'un des quatre lauréats pour son mémoire intitulé «Entraînement de CAD's en mammographie». Par le passé, d'autres étudiants diplômés de l'UMH ont déjà obtenu ce prix prestigieux : Jonathan Ilroy (1998), Fabian Delava (1999), Ghislain Lemaur (2000), Renaud Bassée (2002).

Fin décembre 2007, le département de Protéomie et de Biochimie des Protéines, dirigé par le Prof. R. Wattiez, associé à ses partenaires de l'Institut Scientifique de Santé Publique (Dr. K. Huygen) et du CODA-CERVA (Dr. Marc Govaerts) a obtenu un contrat de recherche du Service Fédéral Publique de la Santé publique, sécurité de la chaîne alimentaire et Environnement dans le cadre d'un projet intitulé « Développement de méthodes pour le diagnostique précoce de masse de la paratuberculose bovine »

THÈSES EN 2007

Eugénie Ansseau (janvier 2007). Etude de l'expression des gènes DUX4 et DUX4c, candidats pour la dystrophie musculaire facio-scapulo-humérale (FSHD). Section Biologie - Prof. A. Belayew

Gaëlle Deshayes, (février 2007). Synthèse de nouveaux copolymères à blocs articulés sur des séquences polyesteramides. Section Chimie - Prof. P. Dubois

Sébastien Boutry (février 2007). Marquage magnétique cellulaire par les nanoparticules d'oxyde de fer: études sur cultures de cellules adhérentes et application au traçage neuronal. Section Biologie – Prof. R. Muller

Xavier Simon (mars 2007). Structure sociale et organisation de la récolte chez le bourdon Bombus Terrestris L. (Hymenoptera ; Apidae). Section Biologie – Prof. J-Cl. Verhaeghe

Pierre Becker (septembre 2007). Diseases in Marine Organisms: A Microbiological and Molecular Study of The Body Wall Lesions in Echinoids. Section Biologie – Prof. I. Eeckhaut

Denis Michez (septembre 2007). Phylogeny and host-plant of the melittid bees (Hymenoptera: Apoidea: Dasypodaidae, Meganomiidae, Melittidae). Section Biologie – Prof. P. Rasmont

Laetitia Mespouille (octobre 2007). Synthesis and characterization of environmental sensitive hydrogels produced by controlled mechanisms such as ATRP and "Click chemistry". Section Chimie - Prof. P. Dubois

Séverine Coppée (décembre 2007). Structuration et Relaxation de Chaînes dans les Films Minces de Polymères. Section Chimie - Prof. P. Damman

Fabien Buisseret (décembre 2007). Étude de la structure des hadrons par le modèle du tube de flux relativiste. Section Physique - Dr. C. Semay

FORMATIONS UNIVERSITAIRES PROPOSÉES PAR L'UMH	A Mons Uniquement en cours du jour	A Charleroi	
FACULTÉ DE PSYCHOLOGIE ET DES SCIENCES DE L'ÉDUCATION		Jour	Horaire décalé
Master sciences psychologiques	●		●
Master sciences de l'éducation	●		●
Master complémentaire en pédagogie universitaire et de l'enseignement supérieur	●		
Agrégation de l'enseignement secondaire supérieur	●		
CAPAES *	●		
Doctorat	●		
FACULTÉ WAROCQUÉ – ÉCONOMIE ET GESTION			
Bachelier sciences de gestion	●	●	
Master sciences de gestion	●		●
Master ingénieur de gestion	●		
Agrégation de l'enseignement secondaire supérieur	●		
CAPAES *	●		
Doctorat	●		
Master complémentaire en Microfinance (UMH-ULB) ***			
Master complémentaire in Public Health Methodology (UMH-ULB) ***			
FACULTÉ DES SCIENCES			
Master biologie	●		
Master chimie	●		
Master informatique	●		
Master mathématique	●		
Master physique	●		
Agrégation de l'enseignement secondaire supérieur	●		
CAPAES *	●		
Doctorat	●		
Master en informatique, orientation gestion (UMH-ULB)			●
FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE			
Bachelier médecine	●		
Bachelier sciences pharmaceutiques	●		
Bachelier sciences biomédicales	●		
Doctorat	●		
INSTITUT DES SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES			
Bachelier sciences humaines et sociales	●		
INSTITUT DES SCIENCES JURIDIQUES			
Bachelier en droit (UMH-ULB)	●		
FACULTÉ DE TRADUCTION ET D'INTERPRÉTATION			
Master traduction	●		
Master interprétation	●		

* CAPAES : Certificat d'aptitude pédagogique approprié à l'enseignement supérieur.
*** Cours se donnant à l'ULB.

UMH

DES SUGGESTIONS?
VOTRE AVIS NOUS INTÉRESSE !»
SURFEZ SUR www.umh.ac.be/element